

福建海岛潮间带底栖生物群落生态的研究

周时强¹, 郭 丰¹, 吴荔生¹, 李荣冠²

(1. 厦门大学 海洋学系, 亚热带海洋研究所, 福建 厦门 361005; 2. 国家海洋局 第三海洋研究所, 福建 厦门 361005)

摘要: 对福建海岛潮间带大型底栖生物共鉴定 862 种, 其中动物为 734 种, 藻类为 128 种. 对 11 个主要海岛的潮间带生物群落测定 Jaccard 群落系数, 应用加权均值联结法聚类分析及极坐标排序分析, 海岛潮间带生物群落可分为 3 个类型: (1) 开敞海域群落, 宏观上分布于地处远岸水域的海岛或近岸凸出部、开阔部水域的海岛; (2) 近岸港湾群落, 分布于近岸或港湾的海岛; (3) 河口群落, 分布于河口区的海岛. 群落种类组成和海岛所在地理位置及其生境密切相关. 盐度和水扰动程度是影响群落分布的主要因子.

关键词: 潮间带; 生物群落; 生态; 福建海岛

中图分类号: Q958.885.3

文献标识码: A

文章编号: 0253- 4193(2001) 05- 0104-

06

1 引言

潮间带是世界湿地生态系统一个重要类型. 因处陆海过渡地带, 人类生产开发活动频繁, 海陆理化因子交替作用下环境复杂多变. 对潮间带生态学的研究一直倍受世界关注^[1-4]. Stephenson 和 Stephenson^[1], Morton 和 Morton^[2]的专著很值得一读. 前者致力于岩相潮间带生态学的研究, 他们的工作遍布世界各大洲、多种气候带的许多海岸与海岛, 积累了丰富的研究成果; 后者深入研究香港海岸生态学, 对各种底相类型的生物群落及其生态作了十分详细的研究报道, 同时对海岸的开发与保护、海岸的未来作了简明扼要的论述. 我国学者黄宗国等^[3]论述了中国海洋、海岸和沿海岛的生物多样性, 其中包括潮间带生物. 杨万喜和陈永寿^[4]曾报道中国沿岸潮间带生态学研究概况及深化研究的建议, 其中指出群落生态学是目前潮间带生态学研究的热点之一, 数学生态学方法已成为群落生态研究的一项基本方法. 我国关于海岛潮间带生态调查研究已有不少工作^[5,6], 但就一个省(区)范围较大尺度地研究海岛潮间带生物群落, 迄今未见报道. 本文专门就福建沿海海岛较宏观地研究海岛潮间带底栖生物群落分布特征及其与生境关系, 为潮间带生态学研究积累科学资料, 同时为福建海岛潮间带生物资源开发及保护提供科学依据.

收稿日期: 2001- 04- 09; 修订日期: 2001- 05- 21.

基金项目: 福建海岛资源综合调查资助项目 (89/Z/59).

作者简介: 周时强(1944—), 男, 福建省同安县人, 副教授, 从事海洋底栖生态学研究.

2 自然环境

福建沿海岛屿、岛礁星罗棋布, 大小约有 1 500 多个, 仅次于浙江省。它们分布于北起最北部沿海的福鼎县, 南至最南端的东山县海域, 处在 $23^{\circ}30' \sim 27^{\circ}10' N$ 之间的我国东南沿海(图 1), 其中台湾海峡西北部的闽东属中亚热带海洋季风气候, 平均气温为 $17.5^{\circ}C$, 海峡西岸的闽中、闽南属亚热带海洋季风气候, 平均气温为 $20.1^{\circ}C$ 。闽江和九龙江为两大入海径流水系。岛屿有河口、港湾、近岸、远岸等多种类型, 潮间带有岩岸、沙滩、泥滩和红树林沼泽等多种底质生态相, 潮间带生物资源十分丰富。由于地处台湾海峡, 历史的原因, 长期以来福建海岛生态调查研究及资源开发受到制约, 有的尚属空白^[5]。

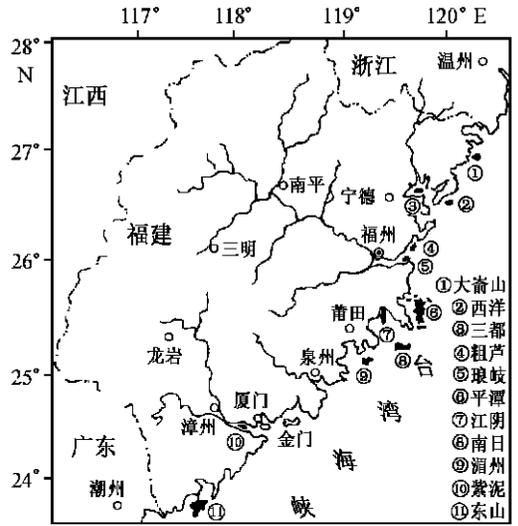


图 1 福建海岛(调查区)分布

3 研究方法

依据《全国海岛资源综合调查简明规程》和相关的技术细则, 笔者于 1991~ 1994 年对福建大嵛山岛、西洋岛、三都岛、粗芦岛、琅岐岛、平潭岛群、江阴岛、南日岛、湄洲岛、紫泥岛和东山岛共 11 个主要海岛(岛群)潮间带的岩相、泥滩、沙滩等主要底质生态类型共布设 48 条断面 302 个站位进行 4 个季度的周年调查, 其中紫泥岛无岩石岸, 但有独特的红树林海岸而增列断面调查。采用 Jaccard 的群落系数公式 $J = c / (a + b - c)$, 其中 a, b 分别为两样地的种类数, c 为两样地的共有种数, 计列群落系数矩阵。采用加权均值联结法(WPGMA)聚类分析和极坐标排序(PO)分析, 权重系数 $W = 1/2^2$, 研究群落分布特征。

4 结果

4.1 种类组成

对福建海岛潮间带大型底栖生物共鉴定 862 种, 其中藻类为 128 种, 多毛类为 163 种, 软体动物为 248 种, 甲壳动物为 181 种, 棘皮动物为 40 种, 其他动物为 102 种。种数以软体动物居首, 占总种数的 28.77%。

不同底质类型的潮间带生物种类依次为: 岩相 353 种、泥沙滩 260 种、泥滩 249 种、沙滩 125 种、红树林区 27 种。岩相群落种类组成的主要类群为石生海藻和软体动物; 泥滩为多毛类、甲壳动物和软体动物; 沙滩为甲壳动物和软体动物; 泥沙滩为软体动物、甲壳动物和多毛类; 红树林区则为甲壳动物。

表 1 记录各海岛潮间带生物群落组成的种数及主要类群的百分组成。由表中可以看出, 最南部的东山岛种类最多, 达 444 种, 种类较多的还有远岸海岛南日岛、近岸突出部的平潭岛、湄洲湾湾口的湄洲岛以及位于闽东近海的大嵛山岛、三都岛和西洋岛。河口区的海岛种类明显较少, 其中位于九龙江口上游区的紫泥岛种类最少, 仅为 57 种。软体动物、甲壳动物、多毛

类和海藻为群落种类组成的主要类群.

表 1 各海岛潮间带生物种数及主要类群的百分组成*

海 岛	1 大崙山	2 西洋	3 三都	4 粗芦	5 琅岐	6 平潭	7 江阴	8 南日	9 湄洲	10 紫泥	11 东山
种 数	264	195	259	93	85	302	162	271	224	57	444
藻 类 (%)	14.8	26.2	11.6	6.3	5.2	6.9	8.6	12.1	6.4	1.1	8.8
多毛类 (%)	26.1	21.5	23.2	7.1	12.4	9.4	19.0	12.9	13.3	18.7	17.6
软体动物 (%)	29.9	27.2	33.6	40.4	19.1	39.2	31.3	36.6	24.0	18.9	30.4
甲壳动物 (%)	17.8	11.3	16.6	35.3	49.5	28.1	28.8	20.2	44.4	43.6	27.6
棘皮动物 (%)	4.5	5.6	1.5	0	0	2.4	4.0	6.7	3.6	0	8.4

* 表中海岛按照由北至南分布,代号 1~ 11 依序列出

4.2 种类组成的区系特点

福建海岛潮间带生物种类性质主要有以下两组: (1) 亚热带、热带暖水性种类, 占种类组成的大多数, 其中相当部分种类为常见种或优势种, 如管浒苔 (*Enteromorpha tubulosa*)、亨氏马尾藻 (*Sargassum henslowianum*)、铁丁菜 (*Ishigo okamurai*)、复瓦小蛇螺 (*Serpulorbis imbricaria*)、粒花冠小月螺 (*Lunella coronata*)、棘刺牡蛎 (*Saccostrea echinata*)、敦氏猿头蛤 (*Chama dunkeri*)、条纹隔贻贝 (*Septifer virgatus*)、日本花棘石鳖 (*Liolophura japonica*)、鳞笠藤壶 (*Tetrelita squamosa*)、痕掌沙蟹 (*Ocypode stimpsoni*)、莱氏异额蟹 (*Anomalifrons lightana*)、大弹涂鱼 (*Boleophthalmus pectinirostris*) 等. 南部东山岛水域受南海水系影响, 闽中平潭岛群东北部受台湾暖流支流影响, 一些暖水性较强的种类也伸入东山和平潭海域, 不少种类成为常见种或优势种, 如塔结节滨螺 (*Nadilittorina pyramidalis*)、鳞杓拿蛤 (*Anomalodiscus squamosus*)、波纹巴非蛤 (*Paphia undulata*)、褶痕相手蟹 (*Sesarma plicata*)、毡毛岩虫 (*Marphysa stragulum*) 和波形陀螺珊瑚 (*Turbinaria undata*) 等. (2) 我国南北沿海均有的广温、广布种, 其中许多种类也是福建海岛潮间带的常见种或优势种, 如不倒翁虫 (*Sternaspis scutata*)、全刺锐足沙蚕 (*Nectoneanthes oxypoda*)、围沙蚕 (*Perinereis* spp.)、红条毛肤石鳖 (*Acanthachiton rubrolineatus*)、史氏背尖贝 (*Notoacmea schrenckii*)、齿纹蜒螺 (*Nerita yoldi*)、珠带拟蟹守螺 (*Cerithidea cingulata*)、僧帽牡蛎 (*Saccostrea cucullata*)、长竹蛏 (*Solen gouldii*)、白脊藤壶 (*Balanus albicostatus*)、弧边招潮 (*Uca arcuata*)、日本大眼蟹 (*Macrophthalmus japonicus*)、棘刺锚参 (*Protanryra bidentata*) 和卵圆血苔虫 (*Watersipora subovoida*) 等. 此外还有为数不多的温带或冷温带种类, 主要是海藻, 如浒苔 (*Enteromorpha prolifera*)、肠浒苔 (*E. intestinalis*) 和孔石莼 (*Ulva pertuca*) 等.

福建海岛潮间带生物的种类性质特点与我国海洋底栖生物区系的地理区划相符^[6], 其区系从属于印度—西太平洋区的中、日亚区.

4.3 群落分布聚类分析

对 11 个海岛潮间带生物群落样本之间测定 Jaccard 的群落系数, 根据群落系数三角矩阵, 采用 WPGMA 作聚类谱系图 (见图 2). 图中各海岛生物群落的种类组成以不同相似关系关联起来, 分别于 $17.30 < J < 20.34$ 和 $13.22 < J < 17.30$ 处作群落系数水平等级线 I 和 II.

由图 2 可以清楚看出, I 级水平聚类结果中 11 个群落样本群分为 4 组: A 组包括的群落样本及其所在海岛有 6(平潭)、8(南日)、11(东山)、9(湄洲). 本组的群落主要由广盐性和高盐性的种类组成, 不少高盐性和喜浪性种类的出现是本组群落种类组成的特点. 高盐种如星状帽贝 (*Patella stellaeformis*)、高峰星藤壶 (*Chirona amaryllis*)、黑斑口虾蛄 (*Oratosquilla kempi*)、长拉文海胆 (*Lovenia elongata*) 等. 喜浪的种类如敦氏猿头蛤 (*Chama dunkeri*)、直背小藤

壶(*Chthamalus moro*)、珊瑚藻(*Corallina officinalis*)等。岩相低潮带出现藻场生物带是本组群落结构的又一鲜明特征,尤其在暴露型海岸的海蚀岩台,珊瑚藻属(*Corallina*)、叉珊藻属(*Jania*)、叉节藻属(*Amphiroa*)、凹顶藻属(*Caurencia*)和马尾藻属(*Sargassum*)等许多种红、褐藻为主的石生海藻绵延成片,色彩斑斓,叹为观止。藻场群落的伴栖动物种类丰度也很大。B组包括1(大嵛山)、2(西洋)、3(三都)和7(江阴)等群落样本。本组群落的种类组成以广盐性种类为主,尚有为数不多的偏高盐或偏低盐种类。广盐种类如纵条肌海葵(*Haliplanella luciae*)、智利巢沙蚕(*Diopatra chiliensis*)、纵带滩栖螺(*Batellaria zonalis*)、日本大眼蟹、总合草苔虫(*Bugula neritina*)等。岩相低潮区附近虽有多种石生海藻分布,但成带较不明显。石莼(*Ulva lactuca*)、浒苔等绿藻很常见。C组仅由4(粗芦)和5(琅岐)两群落样本组成。本组群落由低盐种和广盐种组成,以河口低盐种的出现为特征,如近江牡蛎(*Ostrea rivularia*)、短拟沼螺(*Assiminea brevicula*)、玛瑙蜒螺(*Nerita achatina*)、泥藤壶(*Balanus uliginosus*)、宁波泥蟹(*Ilyoplax ningpoensis*)、中华螺赢蜚(*Corophium sinensis*)、弹涂鱼(*Boleophthalmus* spp.)以及鹧鸪菜(*Caloglossa leprieurii*)等种类很常见。D组仅有10号(紫泥)群落样本,均是典型的河口低盐性种类,如绯拟沼螺(*Assiminea latericea*)、紫游螺(*Neritina violacea*)、石磺(*Onchidium verruculatum*)、淡水泥蟹(*Ilyoplax tansuiensis*)等。此外,少数适低盐的淡水种类如河蚬(*Corbicula fluminea*)等也分布于此,在沙滩区有较大的丰度。II级水平聚类结果中,A组与B组聚合为新的群落,表明A组和B组的种类组成相似程度较大。

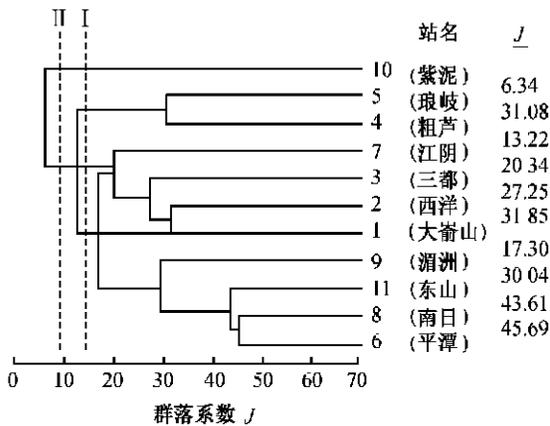


图2 福建海岛潮间带底栖生物群落种类组成的聚类谱系图

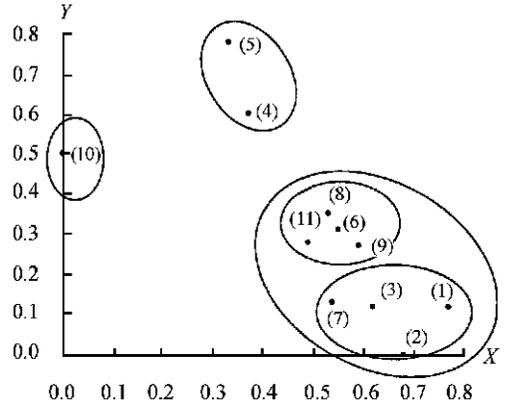


图3 福建海岛潮间带生物群落排序

4.4 排序分析

按生态学常规将种类相似系数(群落系数)转换为相异系数,相异系数等于0.85减相似系数。根据相异系数三角矩阵,应用PO排序技术作出群落样本排序图(图3)。计算排序间距并对对应的相异值求相关系数 $r(0.9012) > 0.9$,可确认排序效果。由排序图中呈现的不同程度分离的点阵可以看出,11个群落样本可划为4群,即A群有6(平潭)、8(南日)、11(东山)和9(湄洲);B群有1(大嵛山)、2(西洋)、3(三都)和7(江阴);C群有4(粗芦)和5(琅岐);D群只有10(紫泥)群落样本,其中又以A群与B群较相近,可进一步合并为新群,D群与其他群显著疏远。排序结果与聚类结果一致,进一步印证了聚类分析的结果。

5 讨论

5.1 种类组成和生境的关系

种类组成是群落首要的基本特征,它不仅决定或主导群落的性质特点,而且也突出群落与生境密切的生态关系,它是群落生态学研究的重要内容.在 Stephenson 等和 Morton 等^[1,2]的专著中均有许多相关的详细描述.海岛潮间带生物群落与环境的生态关系通过聚类分析也清楚显示出来.

A 组包括的海岛是一类地处开阔海域的海岛,如南日岛远离陆岸 5.4 n mile,孤立于台湾海峡之中,平潭岛和东山岛位于开敞海岸水域,湄州岛位于湄州湾湾口.风浪扰动很强、常年盐度较高、变幅较小(24.30~32.44)是这组海岛共同的环境特点.因此,高盐种和喜浪种类的出现以及低潮区藻场的出现成为群落种类组成和群落结构的显著特征.闽南东山岛由于受南海水系的影响,闽中平潭岛群由于地处台湾海峡西北部,黑潮暖流沿台湾东部北上后分出一支流即台湾暖流冲入闽浙浅海,平潭海域冬季受其影响^[5,7],故平潭与东山两岛(岛群)亦受到不少强暖水性种类的入侵,如狄氏斧蛤(*Chion dysoni*)、渔舟蜒螺(*Nerita abialata*)、弯螯活额寄居蟹(*Diogenes defledomanus*)、太平洋树蛭虫(*Piata cristata*)等.因此,东山与平潭虽纬度相隔 1°多,而两群落样本的种类相似性系数是群落系数矩阵中次高的,在聚类谱系图中它们较先关联.

聚合于 B 组的海岛有大嵛山、西洋、三都和江阴岛,均为近岸、港湾的海岛,风浪扰动相对较小,通常易受陆域因子如季节性沿岸水等的影响,盐度变幅较大(16.71~32.05).因此,本组群落种类组成以广盐性种类为主,石生海藻生物带不密集,显示由暴露型向屏蔽型水域过渡的特征^[2].

C 组包括粗芦和琅岐两岛,位于闽江口, D 组仅有紫泥岛,位于九龙江口上游区,它们同属河口类型的海岛.河流是海陆物质交换的通道,陆上降雨和水土流失的环境效应在河口得以反映^[5].两类不同水文性质的水体在河口交汇,加速了河口区的沉积,软相底质的沉积特征尤为明显.沼泽、泥沙滩和冲积沙洲很普遍,淡水径流使河口水域呈半咸淡,盐度呈梯度分布特征,而且变幅很大(粗芦和琅岐盐度变幅为 1.37~18.06;紫泥为 0.10~16.23);环境屏蔽,风浪扰动小.因此, C 组与 D 组群落由河口低盐种和河口广盐种组成;泥滩多毛类种类丰度大;短叶茛苳(*Oyperus malaccensis breifolius*)、莎草(*Oyperus* sp.)生物带或红树林(Mangroves)构成河口高潮区群落独特景观.由于河口环境复杂多变,粗芦与琅岐虽同处闽江口下游区,隔水相望,两群落却以较低的群落系数聚合.紫泥岛位于九龙江口上游区,且因该岛属河口冲积沙洲发育而成,无岩石岸,缺失岩相调查断面,而增设的红树林调查区有其独特的群落种类组成,因此紫泥岛与其他各海岛群落种类组成的相似程度均很低,在聚类谱系图中它是最后关联的群落样本.

5.2 群落类型及其分布

黄宗国和 Morton 等^[2,8]研究我国(包括香港)近海、港湾水域及海岸生态学时,曾论述河口群落、港湾群落、外海群落及暴露型和屏蔽型等群落类型的种类组成、群落结构特征及其与生境的关系.蔡如星等^[6]曾提出,我国沿海岛屿所处海域的水文、底质及海岸开敞度等不同,通常根据海区盐度、透明度和海岸开敞度等特点,把海域划分为近岸、近外海和外海生态区.我们根据福建海岛潮间带底栖生物群落的种类组成、群落结构特征及其生境特点,并通过测定 Jaccard 的群落系数,应用 WPGMA 聚类分析和 PO 分析,海岛潮间带生物群落可分为 3 个类型:(1)开敞海域群落,宏观上分布于地处远岸或近岸凸出部、开阔部水域的海岛;(2)近岸港湾群落,分布于近岸或港湾水域的海岛;(3)河口群落,分布于河口区水域的海岛.盐度及水扰动程度是群落类型的

主导因子, 而它们在宏观上又取决于海岛所处的地理位置.

6 结语

(1) 对福建海岛潮间带大型底栖生物共鉴定 862 种, 其中藻类为 128 种, 多毛类为 163 种, 软体动物为 248 种、甲壳动物为 181 种、棘皮动物为 40 种, 其他动物为 102 种. 广温、广布暖水种占种类组成的绝大多数. 台湾海峡南部海区受南海水系影响, 北部海区受台湾暖流支流影响, 不少强暖水性种类亦侵入闽南东山岛和闽中平潭岛群等水域, 仅少数藻类属温带性种类.

(2) 可把福建海岛潮间带底栖生物群落分为 3 个类型: ①开敞海域群落, 宏观上分布于地处远岸或近岸凸出部、开阔部水域的海岛; ②近岸港湾群落, 分布于近岸或港湾水域的海岛; ③河口群落, 分布于河口区水域的海岛.

(3) 群落种类组成及其结构特征与海岛所处地理位置及其生境密切相关. 盐度和水扰动程度是影响群落分布的主要因子.

(4) 福建海岛潮间带底栖生物资源丰富, 种类分布及其与生境的生态关系可为生物资源的开发利用提供科学依据.

参考文献:

- [1] STEPHENSON T A, STEPHENSON A. Life between tide marks on rocky shores[M]. San Francisco. Freeman W H, Co. 1972. 425.
- [2] MORTON B, MORTON J. The Sea Shores Ecology of Hong Kong[M]. Hong Kong: Hong Kong University Press. 1983. 342.
- [3] 黄宗国, 朱明远. 中国海洋、海岸和沿海岛的生物多样性, 中国生物多样性国情研究报告[R]. 北京: 中国环境科学出版社, 1998. 97~ 108.
- [4] 杨万喜, 陈永寿. 中国沿岸潮间带生态学研究概况[J]. 东海海洋, 1997, 15(1): 52~ 58.
- [5] 福建海岛资源综合调查领导小组. 福建海岛资源综合调查研究报告[R]. 北京: 海洋出版社, 1996. 712.
- [6] 蔡如星, 郑峰, 等. 舟山潮间带生态学研究 I. 数量及其分布[J]. 东海海洋, 1991, 9(2): 58~ 72.
- [7] 中国自然地理编委会. 中国自然地理[M]. 北京: 科学出版社, 1979. 224.
- [8] 黄宗国, 蔡如星. 海洋污损生物及其防除(上册)[M]. 北京: 海洋出版社, 1983. 352.

The study on the ecology of the benthic community in intertidal zone, Fujian islands

ZHOU Shi-qiang¹, GUO Feng¹, WU Li-sheng¹, LI Rong-guan²

(1. Department of Oceanography & Institute of Subtropical Oceanography, Xiamen University, Xiamen 361005, China; 2. Third Institute of Oceanography, National Bureau of Oceanography, Xiamen 361005, China)

Abstract: A total of 862 biobenthic species are found in the intertidal zone Fujian islands, which belong to 734 species of animals, 128 species of algae. Jaccard's similarity index of species is measured, and the distribution of the benthic community is studied using hierarchical clustering(WPGMA) and polar ordination. The result indicates that the benthic communities are divided into three classifications: the estuary type, harbour type and wide sea type of the community. The distribution of the benthic community is related to the island location and its environment. The salinity and motive power of the water are major factors which influence the community.

Key words: intertidal zone; benthic community; ecology; Fujian islands