

福建东山及附近岛屿岩相潮间带 海藻生态的初步研究*

张水浸

(国家海洋局第三海洋研究所)

本文根据国家海洋局第三海洋研究所和福建省科委海洋组于1961—1964年在东山及其附近岛屿的调查资料整理而成, 目的在于探讨海藻在该地区潮间带分布的特点, 为海藻资源的开发以及生态学研究提供某些基本资料。

调查地点有东山本岛的城关、沃角、宫前、歧下和附近的对面屿、大澎屿、塔屿、白屿、外海的兄弟屿等近十处。在普查基础上, 着重于城关、对面屿、白屿和沃角分别设A、B、C、D四个断面, 进行定量计算(见图1)。

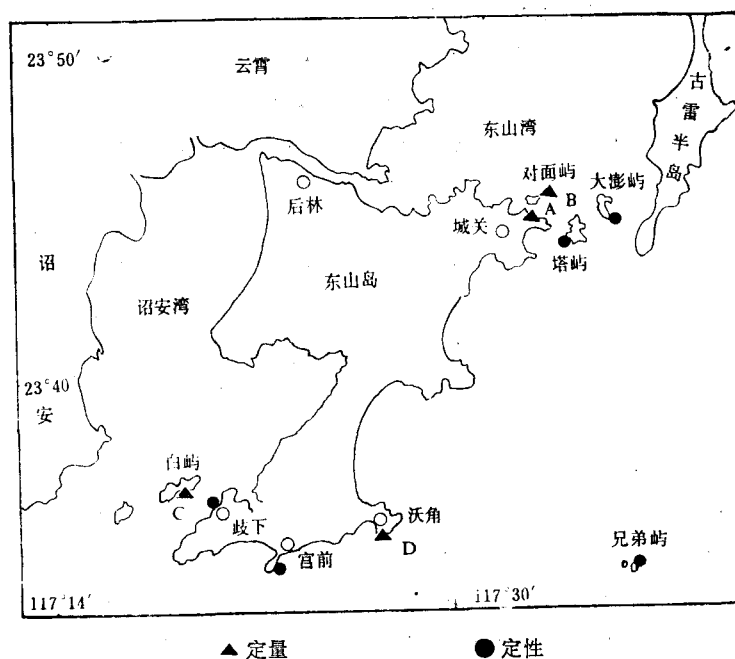


图1 东山及附近岛屿岩相潮间带调查地点

调查方法依照瓦杨 (Vaillant, 1891) 的一般原则 (古丽亚诺娃等, 1958; Doty, 1946; Vaillant, 1891), 结合该地区不正规半日潮混合潮特点, 进行潮区、层划分 (张水浸等, 1981) 采用 25×25 厘米 ($\frac{1}{4}$ 米²) 的方框, 按不同区、层取样, 每区、层最少取两份定量

* 参加本项野外调查的还有江锦祥、蔡尔西、吴启泉、许由焰、李滋德等同志, 中国科学院海藻研究所张峻甫、夏邦美、杨宗岱同志协助鉴定部分疑难标本, 均此致谢。

样品。所得样品均浸泡于5—6%的中性福尔马林溶液中,三天后取出,用吸水纸吸干藻体表面水渍,称其湿重。

一、种类组成的基本特点

调查期间采得的大量定性和定量标本,经初步分析鉴定,可达175种以上,其中鉴定到种的有150种,隶属于蓝藻7属9种,绿藻11属27种,褐藻16属35种,红藻47属79种。红藻的种类数约为褐藻的两倍,绿藻的3倍。

主要种类有:浒苔(*Enteromorpha* spp.)、礁膜(*Monostroma nitidum*)、蛎菜(*Ulva conglobata*)、孔石莼(*U. pertusa*)、羊栖菜(*Sargassum fusiforme*)、半叶马尾藻(*S. hemiphyllum*)、铜藻(*S. horneri*)、长紫菜(*Porphyra dentata*)、绉紫菜(*P. crisipata*)、圆紫菜(*P. suborbiculata*)、小石花菜(*Gelidium divaricatum*)、小珊瑚藻(*Corallina pilulifera*)、叉节藻(*Amphiroa* spp.)、叉珊瑚藻(*Jania* spp.)、海萝(*Gloiopeltis furcata*)、鹿角海萝(*G. tenax*)、江篱(*Gracilaria* spp.)、沙菜(*Hypnea* spp.)、角叉菜(*Chondrus ocellatus*)、小杉藻(*Gigartina intermedia*)、粗基软骨藻(*Chondria crassicaulis*)、凹顶藻(*Laurencia* spp.)等20多种。

在被鉴定的150种海藻中,有较多的暖水性种类。其中,裂片石莼(*Ulva fasciata*)、曲浒苔(*Enteromorpha flexuosa*)、绒毛蕨藻(*Caulerpa webbiana*)、总状蕨藻(*C. racemosa*)、冈村蕨藻(*C. okamurai*)、海生德氏藻(*Derbesia marina*)、异胞网球藻(*Dictyosphaeria bokoxensis*)、网球藻(*D. canernosa*)、假双管藻(*Pseudodictomosiphon constricta*)、圈扇藻(*Zonaria diesingiana*)、亨氏马尾藻(*Sargassum henslowianum*)、乳节藻(*Galaxaura oblongata*)、垫形皮丝藻(*Dermonema pulvinata*)、带孢藻(*Wurdemannia miniata*)、芋根江篱(*Gracilaria blodgettii*)、冻沙菜(*Hypnea japonica*)、密毛沙菜(*H. boergesenii*)、藓状鱼栖苔(*Acanthophora muscoides*)等等种类,具有亚热带或热带性质。这些种类在我国大陆近岸,除少数可向北分布至厦门、平潭等地外,大多以东山附近为其分布最北界。但是,必须指出的是,该地区暖温带性种类也占有相当比例,并且许多种类系属优势种,如上述的礁膜、羊栖菜、铜藻、长紫菜、绉紫菜、海萝、鹿角海萝、角叉菜、小杉藻等(曾呈奎等,1962),在该地区的海藻群落结构中,占有重要地位。

东山地区海藻种类组成的这些基本特点,主要与其所处的地理位置(23°42'N, 117°26'E左右)和表层水温年平均为21.2℃,高温季节的8、9月份分别达26.1℃和26.9℃(>25℃),最低的2月份仅13.9℃(<15℃)等密切相关*。这一温度范围,对大多数亚热带性和暖温性海藻的生长、繁殖,都是有利的(曾呈奎等,1962;曾呈奎,1963)。

二、种类的垂直分布

1. 各潮区、层的种类数

在研究东山地区海藻的垂直分布时,作者先将历次在各地各区、层采得的种类数统计于

* 表层水温系根据东山海洋水文气象台1960—1963年实测资料计算的结果。

表 1, 由此可见, 该地区海藻种类的多样性, 随潮区、层的自高而低急剧增加。高潮区的种类贫乏, 共只有 11 种, 向下的各区、层, 种类数均成倍增加, 以低潮区的种类最为丰富, 达 89 种, 为高潮区的 8 倍之多。

表 1 东山及附近岛屿岩相潮间带各区、层海藻的种类数*

潮 区、层	基准面上高度 (米)	蓝 藻 门	绿 藻 门	褐 藻 门	红 藻 门	总 计
高 潮 区	4.60	5(6)	1(5)	0(2)	5	11(18)
	3.50					
中 潮 区	2.96	8	5(8)	0(5)	7(9)	20(30)
上 层						
中 层	1.79	4	13(15)	7(8)	19(23)	43(50)
下 层	0.97	0	13	17(19)	42(47)	72(79)
低 潮 区	0.00	0	14	21(23)	54	89(91)

* 括号内数字系包括栖息于沼区、层水沼中的种类数。

从各门类的分布来看, 蓝藻类主要分布在潮间带上部, 小潮高低潮平均水位(基准面上高度 1.79 米)是其向下分布的“临界水位”; 褐藻和红藻主要分布于潮间带下部, 小潮低高潮平均水位(基准面上高度 2.96 米)是褐藻向上分布的“临界水位”; 大多数绿藻和红藻也以此为分布上界。这种分布现象, 反映了本地区夏季温度较高, 炽热的阳光照射引起的干旱, 使一些种类在较高的潮带存在成为不可能。同时, 也体现藻体结构对暴露时间的适应性。如: 蓝藻门中的鞘丝藻(*Lyngbya* spp.)、原型微鞘藻(*Microcoleus chthonoplastes*)、皮状蓝席藻(*Phormidium corium*)、球形皮果藻(*Dermocarpa sphaerica*)和胶须藻(*Rivularia* sp.)等等, 红藻门中的紫菜、海萝和小石花菜等等, 其体表或体内均含有丰富的胶质, 具有较强的保水能力, 能经受较长时间的干燥和暴晒, 因而分布于较高水位; 反之, 一些大型藻体和体质柔软、脆弱的种类, 如: 马尾藻类、网球藻、蕨藻、小珊瑚藻、叉节藻、叉珊藻、仙菜(*Ceramium* spp.)、纵脆藻(*Centroceras clavulatum*)、环节藻(*Champia parvula*)、多管藻(*Polysiphonia* spp.)和爬管藻(*Herposiphonia* spp.)等等, 忍受干燥和暴晒的能力较差, 而栖息于较低水位。

2. 垂直分布模式

为了进一步阐明该地区海藻的垂直分布与潮汐现象的关系, 这里以东山湾内浪冲击度较小的城关断面 A 为例, 将其主要代表种的分布范围和分布中心绘制成图 2。根据这些种类的分布状况, 并结合野外相观, 在海藻生长茂盛的春季, 该断面及附近大体可出现五个藻类垂直分布带: (1) 高潮区的鞘丝藻带(通常只呈斑点状分布); (2) 中潮区上层的圆紫菜-礁膜带; (3) 中潮区中层的小石花菜-海萝带; (4) 中潮区下层的羊栖菜-角叉菜-小杉藻带; (5) 低潮区的珊瑚藻类带(包括了 *Corallina*, *Amphiroa*, *Jania* 等三个属的种类)。此外, 值得提出的是, 在基准面附近至潮下带数米深处, 常有大型的铜藻和长松藻(*Codium cylindricum*)等丛生。

但是, 必须指出, 上述各藻类带并非截然分开的, 而是在一定的水线附近出现明显的交替现象。同时, 由于东山海藻种类繁多, 栖息于同一水层的种类竞争附着空间的现象相当显著, 因此, 各藻类带中的种类往往呈镶嵌式分布或形成混什的藻类带, 不同于北方海区潮间

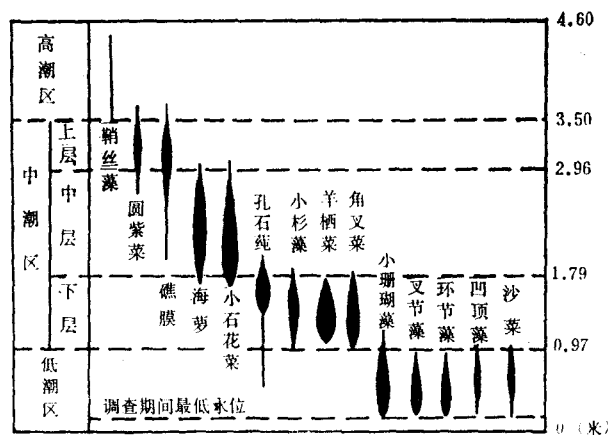


图 2 东山岩相潮间带城关断面A主要种类的垂直分布

带具有的可延伸数公里的单一藻类带（古丽亚诺娃等，1958；Stephenson等，1949；ИЦалова等，1957），而比较类似于南方海区的特点（杨宗岱，1978；福建省海洋研究所海洋生物研究室等，1960；Stephenson等，1949）。

3. 季节性差异

仍以断面A为例，1963年夏季（8月底）的调查结果与上述春季的特点有着显著的差别。表现最突出的是，夏季的种类比春季贫乏得多，礁膜、孔石莖、鹅肠菜、紫菜、海萝和角叉菜等许多温水性优势种或常见种季节性消失，并且，在高潮区和中潮区上层，夏季出现了藻类分布的“空白带”，其次，某些藻类在夏季的分布水位有明显的下移现象，如：小石花菜，春季可部分分布于中潮区上层，但在夏季，只在中潮区中层第2取样站（基准面上2.8米左右）才开始发现，这种定生海藻在上层的消失，看来乃因夏季炎阳暴晒致死之故；此外，作者还观察到藻类带的季节更替现象，在中潮区下层的一片岩礁上，夏季原被一种藻体矮小、直立坚硬、呈圆柱状的 *Gigartina* sp.(?) 占据，而至翌年春季，却完全被角叉菜所取代。

4. 地区性差异

这里以1963年夏季在A、B、C、D四个断面的调查资料作一比较。这四个断面环境因子最大差别在于浪冲击度的大小，依据我国著名藻类学家曾呈奎等人对浪冲击度的分级（曾呈奎，1963）它们按序应分别为4、3、2和1级左右。资料分析表明：藻类乃至生物带的分布水位有随浪冲击度的增强而上移的现象，其中，以浪冲击度接近1级的沃角断面D和约为4级的城关断面A具体测量的数据相比较，断面D的藻类和藻类带普遍上移了40—50厘米，因而，在断面A是藻类分布“空白带”的高潮区和中潮区上层，在断面D却仍分别生长着蓝藻和小石花菜等。更甚者，在断面D的珊瑚藻类带，不仅占据了低潮区，而且覆盖了整个中潮区下层，使得普遍存在于其他三个断面中潮区下层的优势种——羊栖菜，在该断面及其附近消失（尽管它在沃角较内湾处仍可成带分布）。此外，作为珊瑚藻类带的代表种——小珊瑚藻，在夏季，断面A的藻体顶端均已腐烂脱落，而在断面D，它的长势良好。

顺便一提，为了发展紫菜养殖，作者还于1964年11月间在沃角“大山”东北面观察紫菜的分布，其时该地区东北风盛行，浪花飞溅，主要生长着绛紫菜和长紫菜两种。其中，绛紫

菜生长在基准面上 3.5—4.7 米之间, 亦即占据了整个高潮区, 覆盖岩面宽度约 3 米左右; 长紫菜则可分布在基准面上 4.7 米—5.6 米的仅被浪花打到的潮上带, 覆盖的岩面宽达 4 米左右。显然, 在这里间隔几秒钟的浪花溅湿已能满足长紫菜对水分的要求。

作者认为上述诸现象, 是因波浪代替了潮汐作用的结果, 从某种意义上看, 可视为是整个潮间带范围的加宽。

三、生物量的分布

1. 垂直分布

图 3 以 1963 年夏季四个断面的定量资料为例, 从中可清楚地看出: 无论是那一个断面, 海藻生物量垂直分布现象是很相似的。在高潮区和中潮区上层, 除浪冲击度较大的 C、D 两

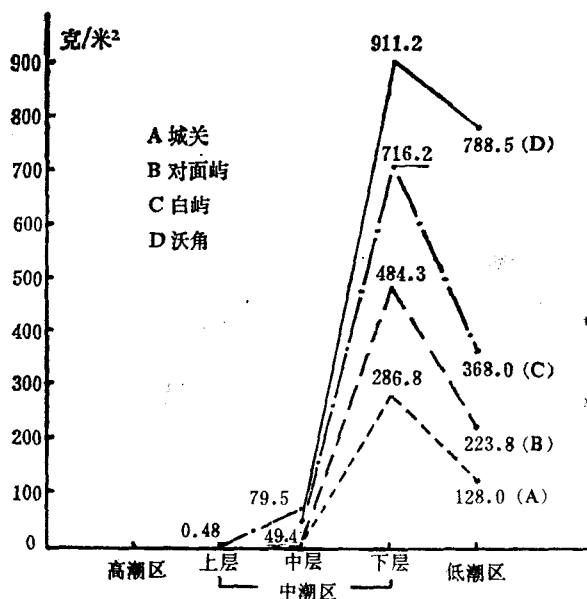


图 3 东山及附近岛屿岩相潮间带四个断面生物量的垂直分布 (1963 年 8—9 月)

断面可得到微不足道的生物量外 (蓝藻无取样), 在 A、B 两断面均属藻类“空白带”; 中潮区中层, 由于夏季海萝的消失, 基本上只有小石花菜存在, 因此, 生物量也很低; 中潮区下层, 是海藻生物量的高峰区, A、B、C 三个断面的该层, 都生长着大型经济海藻——羊栖菜或半叶马尾藻等。特别在断面 C 的该层, 羊栖菜成带分布十分明显, 它在一个取样参考站中的生物量竟达 5120 克/米², 如果对其加以人工保护, 是很有经济意义的, 它既能作为食用和药用, 又可作为褐藻胶工业的配合原料。

2. 水平分布

有关海藻生物量的水平分布, 仍以四个断面的资料为例, 用潮区平均生物量的形式表示于图 4, 由此, 出现了一个很明显的规律, 即: 按断面 A、B、C、D 的排列顺序, 海藻生物量逐渐增高。初步分析, 这四个断面在同一季度月内, 温度可能带来的影响是可以排除的; 盐度的微小差别 (33—34‰ 之间), 看来也不致产生如此大的影响。作者认为: 这一现象的

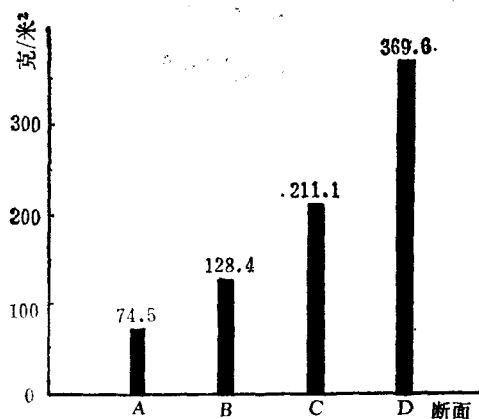


图 4 东山及附近岛屿岩相潮间带四个断面海藻平均生物量的比较 (1963年8—9月)

出现, 仍然体现了海藻生物量与浪冲击度的密切关系, 即: 随着浪冲击度的增强, 藻海的生物量逐渐增高。但是, 这样的关系, 可能在较大程度上是一种表征, 真正的原因主要是: 在浪冲击度大的地区 (如: 断面C、D), 通常水较深, 海底多砂质, 透明度较高, 岩面干净, 这些因素对海藻孢子的附着、萌发以及藻体的光合作用都是有利的; 反之, 在浪冲击度小的地区 (如: A、B两断面), 往往地处内湾, 水浅而透明度低, 海底底质含泥量较高, 常可看到浮泥淤积于岩石表面, 甚至在藻体上沉着, 这就必然要影响到海藻孢子的附着、萌发和光合作用, 甚至影响生长, 导致死亡。当然, 除此之外, 我们也不能排除浪冲击度本身引起的种类和分布上的差异对生物量的影响。

最后, 在这里也对海藻生物量的季节变化作一简单说明, 以断面A春、夏两季比较, 其春季潮区平均生物量为 290.7 克/米², 相当于夏季 74.5 克/米² 的 4 倍。

四、结 语

1. 东山及其附近岛屿岩相潮间带海藻资源丰富, 初步鉴定到种的有 150 种, 以亚热带性种类为多 (包括少数热带性种类)。但暖温性种类也占相当大比例, 并且在群落结构中占有重要地位。这一特点与该区水温状况密切相关。

2. 海藻的垂直分布与潮汐关系密切。自高潮线至低潮线, 种类多样性急剧增加。蓝藻主要栖息于潮间带上部, 褐藻和红藻大多集中于潮间带下部, 小潮高低潮线和低高潮线 (基准面上 1.79 米和 2.96 米) 分别为其大多数种类分布的上、下“临界水位”。在海藻生长茂盛的春季, 整个潮间带大体可出现五个海藻垂直分布带, 即: (1) 高潮区的鞘丝藻带; (2) 中潮区上层的圆紫菜-礁膜带; (3) 中潮区中层的小石花菜-海萝带; (4) 中潮区下层的羊栖菜-角叉菜-小杉藻带; (5) 低潮区的珊瑚藻类带。

3. 海藻种类的垂直分布还具有季节性和地区性差异。春夏比较, 夏季许多种类消失, 分布水位下降; 不同地区比较, 出现随浪冲击度增强, 分布水位上升的现象。

4. 该区岩相潮间带海藻的生物量, 夏季四个断面平均 195.9 克/米²。其垂直分布有自高潮区向低潮区递增的趋势, 高峰出现在中潮区下层。其水平分布 (四个断面比较) 呈现随

浪冲击度增强而增高的规律, 它与海水透明度和岩面干净程度等有关。其季节分布, 在断面 A, 春季潮区平均达 290.7 克/米², 约为夏季 74.5 克/米² 的 4 倍。

参 考 文 献

- 古丽亚诺娃, E. Ф.、刘瑞玉等 1958 黄海潮间带生态学研究。中国科学院海洋生物研究所丛刊 1(2): 1—21.
- 曾呈奎、张德瑞等 1962 中国经济海藻志。科学出版社。
- 曾呈奎、张峻甫 1959 北太平洋西部海藻区系的区划问题。海洋与湖沼 2(4): 244—267.
- 曾呈奎、张峻甫 1963 中国沿海海藻区系的初步分析研究。海洋与湖沼 5(3): 245—253.
- 曾呈奎 1963 关于海藻区系分析研究的一些问题。海洋与湖沼 5(4): 298—305.
- 杨宗岱 1978 海南岛潮间带底栖海藻群落生态的初步研究。海洋科学集刊 14: 129—140.
- 福建省海洋研究所海洋生物研究室等 1960 厦门及其附近潮间带生态调查。厦门大学学报 3: 74—94.
- Chou, N. S. (周楠生) 1950 The marine algae of Tungshan Island, *Amoy Fisheries Bulletin* 1(3): 20—28.
- Doty, M. S. 1946 Critical tide factors that are correlated with the vertical distribution of marine algae and other organisms along the Pacific Coast. *Ecology* 27(4): 315—328.
- Stephenson, T. A. and A. Stephenson., 1949 The universal features of zonation between tidemarks on rocky coasts, *Jour. Ecol.* 37(2): 289—305.
- Щалова, Т. Ф. и Селицкая, Н. М., 1957 Распределение водорослей на лиморали осмрова Монерон (Японское море). Тр. Ин-ма Океан. АН. СССР. 23: 112—124.
- Vaillant, L., 1891. Nouvelles études sur les zones littorales. *Ann. Sci. Nat. Zool.* 7(12): 39—50.

A PRELIMINARY STUDY ON ROCKY INTERTIDAL ALGAE ECOLOGY IN DONGSHAN COUNTY AND ITS ADJACENT ISLETS, FUJIAN PROVINCE

Zhang Shuijin

(Third Institute of Oceanography, National Bureau of Oceanography)

This study is a part of the seashore investigation in Fujian Province during 1961 to 1961. The method used for dividing tidal zones and strata follows the general principle developed by Vaillant. In each zone or stratum sampling was made at least twice in quadrates of $1/16\text{m}^2$.

150 species of algae have been identified, most of them belonging to subtropical species. However, warm-temperate species also constitute a relative large portion and play an important role in the community structure, showing the effect of the water temperature in this area.

Vertically, the species diversity increased greatly from higher water level down to lower water level. Blue algae were mainly distributed in the upper part of the intertidal zone, while brown and red algae were concentrated in the lower part. The lower high water mark and higher low water mark of neap tide were the upper and lower critical water levels for most of the species, which reflects the relation of pigment and structure of algae with light intensity and exposure time. A pattern of vertical distribution of the algae is developed on the basis of the distribution ranges and concentrated areas of 14 dominant species. Seasonal and regional differences are described. During summer, many species found in spring disappeared and the distribution water levels of many species lowered. The distribution water levels in areas of strong wave scouring were elevated.

The distribution of algal biomass; the mean biomass for four transects was 195.9 g/m^2 (summer). There was a trend of increasing vertically from upper littoral zone to lower littoral zone with a maximum at the lower stratum of middle littoral zone. The horizontal distribution of biomasses for the four transects A, B, C and D were 74.5, 128.4, 211.1 and 369.6 g/m^2 , respectively, showing that the biomass increased with the strength of wave scouring. Transparency of water and clearness of rocks are thought to be the causes of these. The mean biomass at transect A was 290.7 g/m^2 in spring and 74.5 g/m^2 in summer, the former being almost four times that of the latter.