

海南岛潮间带底栖海藻群落 生态的初步研究*

杨宗岱

(中国科学院海洋研究所)

海南岛是我国的第二大岛,面积约 32,200 平方公里。岛上沙质海岸占比例最大,另外泥滩、石砾、岩石海岸亦有所见。由于四面环海,所以海洋性气候较为显著。水温一般较高。与相邻的广东大陆沿岸相比,季节变化及年变化幅度均较小。基本上符合热带性气候的特点。但是,由于受季节风的影响,以及浅水区域较宽和接近大陆,沿岸水温和气温的年较差和日较差较大,局部地区具有一些大陆性气候的特点。海南岛的潮汐类型是混合潮,潮水幅度通常不超过 3 米。

1959 年 11 月—1960 年 2 月,作者参加了中国科学院海洋研究所生物考查组到崖县的榆林、马岭,陵水县的新村,万宁县的港北港,乐东县的莺歌海,文昌县的抱虎角、铜鼓角以及海口市的盐灶、北港、苍头前等地进行了调查采集。为了使原有的材料得到更进一步的充实,1962 年 3—5 月,又到崖县的榆林,陵水县的新村以及临高县的新盈,东方县的八所进行补充调查。本文的主要目的在于潮间带藻类进行定性及定量的研究,并结合各地区不同的潮汐类型、潮水幅度等环境条件的具体影响,进一步探索藻类分布上的特点。

在有关藻类垂直分布的研究中,我们主要是根据瓦扬(Vaillant)的方案^[1]并结合海南岛岩岸的潮汐特点进行分区的;由于海南岛的潮汐基本上是不正规的日潮混合潮,在大潮期间一昼夜有一次高潮和低潮,而在小潮期间则一昼夜有两次高潮和低潮。因此,在潮间带实际上存在有高高潮线、较高的低高潮线、较低的低高潮线、较高的高低潮线、较低的高低潮线和低低潮线等六条潮线,依此即可划定藻类分布的潮带。此外,在藻类不同群落的研究中,为了判定藻类在自然条件下的生长情况,特采用了计算生物量的方法。生物量通常以克/米²计算。在调查中按照藻类个体的大小和不同的底质情况,分别采用了 5 厘米 × 5 厘米 (1/400 米²)、10 厘米 × 10 厘米 (1/100 米²) 和 50 厘米 × 50 厘米 (1/4 米²) 的面积方框。一般说来,在硬底质或藻体较小的情况下多采用前二种规格的取样,在软底质或藻体较大的情况下,多采用后一种规格的取样^[7]。样品的称量是以在 75% 的酒精中浸泡后,经吸水纸脱水后进行。

一、潮间带藻类的垂直分布

自从 Charles d'Orbigny (1820)^[15] 开始注意到潮间带藻类的垂直分布以来,有关这

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 408 号。

本文初稿写成于 1962 年,曾于 1963 年 10 月在武汉市召开的中国海洋湖沼学会第二届代表大会上宣读。

类问题的研究已经有一百多年的历史了。由于 Stephenson (1949)^[26], Doty (1946, 1957)^[14,15], Evans (1957)^[16,17], Southward (1958)^[25] 对此已有详细的叙述^[8,9,22,23], 因此不再赘述。在当前研究的趋势中, 部分人倾向于支持 Stephenson 的方案 (Chapman 1957)^[12], 另部分人则仍坚持使用 Vaillant^[24] 的分区方案。本文是根据 Vaillant 方案进行分区的, 但是为了便于和世界上其他海区比较, 又以 Stephenson 的方案与之对照(见表 1)。

海南岛的潮汐类型, 基本上是不正规的日潮混合潮。因此, 比在具有正规日潮和半日潮的海区进行划带较为复杂; 而且海南岛又是一个大岛, 沿岸各地的环境条件各不相同。为此, 特选出几种类型的生态环境阐述如下:

1. 岩礁海岸的生物带

岩礁海岸是藻类生长最盛和成带分布最清楚的地带。因此, 很多著名的工作都是从岩礁海岸入手讨论生物垂直分布的^[17,27,28,29]。海南岛整个的海滨地区, 泥沙滩所占比例较大, 岩礁海岸较少, 岩岸潮间带生物的分布, 符合一般热带海区的特点。这首先表现在绝大多数藻类集中分布在很少露出水面的低潮带和根本不暴露的潮下带; 长期暴露的高潮带没有藻类生长(低等的蓝藻除外), 甚至在中潮带也只有少数的藻类出现。其次由于藻类集中在低潮带, 因此成斑状分布, 并且彼此不断地交替, 成为复杂的镶嵌型。为了更能深入细致地说明问题, 自上而下的按带讨论藻类的分布是十分必要的。

高潮带——位于潮间带的最高部位。其上部界限是高高潮线, 其下部界限则与较高的低高潮线相一致。本带的上部除特大潮水的情况外, 几乎整月地暴露在空气中。有时飞溅的浪花可以沾湿岩石, 但很快就蒸发掉了。这里没有发现任何藻类, 成为空白地区; 下部, 除在高高潮时间外, 也基本暴露在空气中。在隐蔽的岩石裂缝里才发现有滨螺类动物——*Littorina* 和 *Tectarius*。

中潮带——上以较高的低高潮线与高潮带分界, 下以较低的高低潮线与低潮带分界。每天周期性的暴露和淹没, 是最典型的潮间带区域。本带的上层在大潮时一昼夜一次被水淹没, 一次露出水面; 在小潮时则一昼夜两次露出水面。较高的高低潮线是本带分层的标志。从本带上界开始即有大量的小藤壶(*Chthamalus*)出现, 成为纯小藤壶亚带。在本带的下层是一个牡蛎(*Ostrea*)占优势的亚带, 有少量的凝花菜 *Gelidiella acerosa* (Forsskal) Feldmann et Hamel。

低潮带——包括从较低的高低潮线直到基准面的地带。具有和高潮带完全相反的特征。以平均低潮线为界可以将本带分为两层。上层大部分时间浸在水里, 只有当低低潮时才一昼夜一次露出水面。在本层出现了数量较多的凝花菜 *Gelidiella acerosa* (Forsskal) Feldmann et Hamel、马尾藻 *Sargassum* spp.、囊藻 *Colpomenia sinuosa* (Roth) Derbes et Solier、肋叶藻 *Anadyomene wrightii* Harv.、法囊藻 *Valonia aegagropila* (Roth) Agardh、沙菜 *Hypnea cervicornis* J. Ag.、冻沙菜 *Hypnea japonica* Tanaka、网球藻 *Dictyosphaeria cavernosa* (Forsskal) Børgesen 等。本区下层几乎整月地浸在水中, 甚至在一般的低低潮时也不露出水面, 只有当特大的低低潮时才有短暂的暴露机会。生长在这里的藻类有马尾藻 *Sargassum* spp.、喇叭藻 *Turbinaria ornata* (Turn.) J. Ag.、旋花藻 *Amansia glomarata* C. Ag.、蛎菜 *Ulva conglobata* Kjell.、角网藻 *Ceratodictyon spongiosum* Zanardini、肋叶藻 *Anadyomene*

wrightii Harv.、法囊藻 *Valonia aegagropila* (Roth) Ag.、沙菜 *Hypnea cerviconis* J. Ag.、冻沙菜 *H. gaponica* Tanaka、棉絮藻 *Boodlea composita* Brand、齿状蕨藻 *Caulerpa serrulata* (Forsskal) J. Ag. 等。

从海南岛的情况看来，Vaillant 和 Stephenson 的方案之间存在有界限上的一致以滨螺类的出现作为潮上带结束的那条线相当于高高潮线，以小藤壶的出现作为潮上边缘带结束的那条线相当于较高的低高潮线，因此我们的高潮带相当于 Stephenson 的潮上边缘带；有马尾藻出现的那条线相当于平均的低低潮线，所以我们整个的中潮带再加上低潮带上层的部分区域就是 Stephenson 的中间带；从这以下直到基准面为止的区域就是 Stephenson 的潮下边缘带，大致相当于我们的低潮带下层区域。由此可见，较之 Stephenson 方案我们在中潮带少了一个亚带(层)，而在低潮带多出一个亚带，高潮带约略一致(见表 1)。

潮间带生物地带的形成，取决于水面的变动。虽然水面的变动可以由不同的原因引

表 1 用不同方案划分海南岛潮间带之比较

Stephenson 方案		Vaillant 方案	
潮 上 带		潮 上 带	
滨螺上界		高高潮线	
潮间带	潮 上 边 缘 带 藤壶上界	高 潮 带	潮间带
		低高潮线	
	中 间 带	中 潮 带	
		高低潮线	
	马尾藻上限	低 潮 带 上 层 平均低潮线	
	潮 下 边 缘 带 基准面	低 潮 带 下 层 基准面	
潮 下 带		潮 下 带	

起(风、波浪、蒸发、潮汐……),但是只有潮汐是周期性的,因之对潮间带藻类的垂直分布起着最重要的作用。位于基准面以上和高高潮线以下的区域经常为周期性的潮水所淹没,然后又暴露在空气中。由于位置的不同,淹没和暴露的时间亦有所不同。生长在高高潮线附近的滨螺,在一月当中淹没的机会很少;生长在较高的低高潮线附近的小藤壶,在一月当中被淹没的时间不超过10天;生长在平均低高潮线以下的牡蛎,在一月当中淹没和暴露的时间约略相等;而生长在平均低潮线以下的喇叭藻,在一月当中却很少有机会暴露。由此看来,潮间带生物的分布和每条具体的潮线之间存在有一定的重要关系。Colman (1933)^[10] 和 Doty (1946)^[14] 认为某一些潮线具有一种界限的作用。当超越这一界限时,暴露和干燥的时间会突然成倍的增加,而相应的理化因子也必然随之引起较大的变化。因此,潮间带藻类的分布必然会和这些潮线一致。具有这种作用的潮线被称为“临界线”。在海南岛岩岸,从低高潮线直到高低潮线之间成为很多藻类分布的上限。在三亚和新村的多次实地观测中,我们都注意到在潮水涨落开始时一般都很正常,但到某一时刻潮水的涨落出现突然停滞不前情形,经5—6小时后又恢复正常。后来证实潮水停滞地带正是低高和高低潮线之间的地带。通常作为潮间带藻类分布下限的低低潮线(大潮低潮线),在海南岛并没有起到界限的作用,很多潮间带藻类一直延伸到潮下带去,特别在夏季这一现象尤为明显。

2. 红树林

红树林是热带海区潮间带特有的生物群落类型之一。在 25°N — 25°S 之间的广大海滨地区有大量红树生长,位于河流入海处多雨的、隐蔽的热带海湾潮间带上部地区是红树林最繁茂的地方^[11]。世界上最大的红树林区是在东南亚,我国位于分布的边缘区^[13,14]。

就自然条件说来,由于缺少长的河流和雨量不足,海南岛不太适于红树林的发展。1956年 West^[32]提出以树干高度来区分红树林类型的方法;他把高度近20米的红树和高度在10米以下的红树分为两个类型。按照这种划分,海南岛的红树全属于10米以下的类型;接近20米的红树在海南岛还没有发现。

海南岛最常见的红树林植物是红树 *Rhizophora apiculata* Blume 和海桑 *Sonneratia caseolaris* (L.) Engl. 这两种构成了红树林组成的主要成分;此外尚有海榄雌 *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh.、木果楝 *Xylocarpus granatum* Koenig、海漆 *Excoecaria agallocha* Linn.、榄李 *Lumnitzera racemosa* Willd.、海莲 *Bruguiera sexangula* (Lour.) Poir.、老鼠簕 *Acanthus ilicifolius* Linn.、蜡烛果 *Aegiceras corniculatum* (L.) Blanco 和瓶花木 *Scyphiphora hydrophyllacea* Gaertn. f. 等。

红树生长于潮间带上部的广大海滨地区^[13]。通常分布最靠下的是红树 *Rhizophora*, 最靠上的是榄李 *Laguncularia*; 在中间的是海榄雌 *Avicennia* 然而海南岛的情况却完全不同,除了缺少榄李 *Laguncularia* 以外;在其他类红树的分布中,界限也很混乱。例如在崖县金鸡岭海滨某一断面,最靠上的是木果楝 *Xylocarpus* 稍下是红树 *Rhizophora*, 再下是海榄雌 *Avicennia*、海漆 *Excoecaria*、海桑 *Sonneratia*, 但最下又是木果楝; *Xylocarpus*; 在同一地点的另一断面,靠上的是蜡烛果 *Aegiceras* 靠下的则是红树 *Rhizophora* 在这种情况下,要想断然确定红树的垂直分布是很困难的。William 和 Margaret (1962)^[32] 在莫桑

比克所作的工作也得出类似的看法。他们认为在红树林发展不繁茂的地区,红树的分带现象是不明显的。

在有红树生长的海滨,通常是一片很难通过的半稀软泥森林地带。广大的泥滩上以及红树的树干、树叶、根部都有生物散布;但若与世界上或国内其他地区的红树林相比,这里的藻类却是很贫乏的。一些最常见的红树林藻类如卷枝藻 *Bostrychia*、多管藻 *Polysiphonia*、无节藻 *Vaucheria*、链藻 *Catenella*、鹧鸪菜 *Caloglossa*、纵胞藻 *Centrocerus* 等都没有发现;而在相距很近的广东湛江地区,上述藻类中的大部分都比较常见。

通过调查发现,海南岛最大量的红树林藻类是鞘颤藻 (*Lyngbya* sp.), 其生物量达到 17.2 克/米²。另外在贝壳上发现有江蓠 *Gracilaria* sp. 浒苔 *Enteromorpha* sp. 但数量极微且分布亦不普遍。造成藻类种数贫乏的原因,目前还不太清楚。

随着潮水的涨落,红树林区的水文、化学因子会随之发生变化,而且这种变化的幅度有时是较大的。例如 1959 年 11 月 4 日在海口北港红树林进行的测定表明,在涨潮时海水的盐度为 31.20‰, pH 为 7.8, 水温为 26.8℃;而当退潮时盐度增至 33—37‰, 在靠上的部位甚至可高达 55‰, pH 变为 7.2, 水温升至 27.2℃。因此,生长在这里的藻类必须能忍受这种骤然变化。

3. 河口

河口最大的特点是反映在盐度和底质的变化上。大量淡水的注入,使盐度比正常的海水要低很多,海水透明度因之也有所降低。底质多为疏松的泥沙质。但由于海南岛的河流较少,迳流量不大,反映在盐度等一系列的变化上也不够明显,因此,它的影响有一定程度的减小。在这次工作中,河口藻类的调查是在海口市盐灶进行的。

盐灶在海口市近郊,1959 年 11 月 3 日曾在此进行调查。经测定盐度为 30.52‰, pH 变动范围由 8.0—8.5, 水温变化 24—24.5℃。按照较通用的 Redecke^[16] 划分河口水性质的标准,似应属于“高盐区”(Polyhaline) 类型。由高潮带向下,底质由泥沙渐变为泥。在泥滩上出现了大量的浒苔 (*Enteromorpha* sp.), 远处望去犹如一片绿色的地毯,其生物量高达 242 克/米²。另外有微量的江蓠 (*Gracilaria* sp.) 和沙菜 (*Hypnea* sp.) 生长。在沙滩上没有发现任何藻类,成为空白地带。看来未来的调查工作应当循流而上,找出各种藻类在分布上与盐度的关系。

二、季节变化

有关海藻季节变化的问题,早在本世纪之初就已引起藻类学家的注意^[17]。到了四十年代已成为藻类生态研究中的一个重要方面^[18]。虽然,就总的方面而论,热带海区藻类的季节变化远不如温带那样明显;但是在不同季节仍然有所不同。在这次调查中我们以崖县鹿回头作为重点进行了观察。希望通过这个点的调查大致上反映出全岛的面貌。鹿回头位于崖县和榆林港之间,从低潮带直到潮下带满布着外海浪击型珊瑚礁。在礁的平台上和礁间的水沟内都有藻类生长。

根据表中情况,可归纳出以下几点: 1. 从藻类总数上来看,红藻最多,褐藻最少,符合

表 2 四季中各种藻类出现的情况表

	绿 藻 门		褐 藻 门		红 藻 门	
	种数	种 类	种数	种 类	种数	种 类
春 季	7	<i>Cladophora</i> sp. <i>Caulerpa serrulata</i> <i>Dictyosphaeria cavernosa</i> <i>Anadyomene wrightii</i> <i>Valonia aegagropila</i> <i>Bornetella</i> sp. <i>Boergessenia forbesii</i>	5	<i>Colpomenia sinuosa</i> <i>Padina australis</i> <i>Hydroclathrus clathratus</i> <i>Dictyota dichotoma</i> <i>Pocockiella variegata</i>	10	<i>Gracilaria</i> sp. <i>Hypnea cervicornis</i> <i>Galaxaura</i> sp. <i>Gracilaria crassa</i> <i>Tolypocladia glomerulata</i> <i>Ceratodictyon spongiosum</i> <i>Liagora</i> sp. <i>Gelidium crinale</i> <i>Gelidiella acerosa</i> <i>Laurencia</i> sp.
夏 季	6	<i>Caulerpa serrulata</i> <i>Valonia aegagropila</i> <i>Dictyosphaeria cavernosa</i> <i>Boergessenia forbesii</i> <i>Neomeris annulata</i> <i>Struvea delicatula</i>	4	<i>Colpomenia sinuosa</i> <i>Padina australis</i> <i>Pocockiella variegata</i> <i>Dictyota</i> sp.	16	<i>Ceratodictyon spongiosum</i> <i>Eucheuma gelatinae</i> <i>Gracilaria crassa</i> <i>Spyridia filamentosa</i> <i>Gelidium</i> sp. <i>Centroceras</i> sp. <i>Bostrychia tenella</i> <i>Gelidiopsis</i> sp. <i>Gelidiella acerosa</i> <i>Actinotrichia fragilis</i> <i>Galaxaura</i> sp. <i>Champia parvula</i> <i>Acrocystis nana</i> <i>Hypnea</i> sp. <i>Liagora</i> sp. <i>Laurencia</i> sp.
秋 季	4	<i>Dictyosphaeria cavernosa</i> <i>Valonia aegagropila</i> <i>Struvea delicatula</i> <i>Cladophora</i> sp.	2	<i>Padina australis</i> <i>Pocockiella variegata</i>	7	<i>Ceratodictyon spongiosum</i> <i>Acanthophora orientalis</i> <i>Liagora</i> sp. <i>Hypnea</i> sp. <i>Gelidium</i> sp. <i>Gelidiopsis</i> sp. <i>Acrocystis nana</i>
冬 季	12	<i>Dictyosphaeria cavernosa</i> <i>Boergessenia forbesii</i> <i>Valonia aegagropila</i> <i>Acetabularia mobii</i> <i>Enteromorpha</i> sp. <i>Caulerpa serrulata</i> <i>C. racemosa</i> <i>C. peltata</i> <i>Neomeris annulata</i> <i>Boodlea composita</i> <i>Microdictyon japonicum</i> <i>Anadyomene wrightii</i>	4	<i>Padina australis</i> <i>Dictyota dichotoma</i> <i>Colpomenia sinuosa</i> <i>Pocockiella variegata</i>	9	<i>Ceratodictyon spongiosum</i> <i>Gracilaria crassa</i> <i>Hypnea cervicornis</i> <i>Galaxaura</i> sp. <i>Gelidiella acerosa</i> <i>Gelidium crinale</i> <i>Acanthophora orientalis</i> <i>Gracilaria euchaumoides</i> <i>Laurencia</i> sp.

热带海区潮间带的特征。2. 秋初时节藻类总数有较显著减少的趋势。3. 红藻属、种在夏季达到顶峰, 而褐、绿藻则在夏秋之交显著减少。

在有关藻类的季节变化问题上有两个一般的现象: 其一是某些种类组成上的变化, 另外一个是在垂直分布上的变化。就海南岛的实际情况而论, 藻类的季节变化主要表现为后一种形式。很多在冬、春季可以在潮间带生长的种类, 在夏、秋季则仅见于潮下带。这个事实可能是由于藻类在不同季节繁殖所造成的, 因为幼小植株只能生存在当时最有利的潮面, 而这里却不一定是亲本植物生长的地带。

海南岛属于热带性地区^[2], 全年水温变化的幅度不大。在北部的海口, 二月份水表温度为 21—22℃, 八月份则为 29℃; 南部的崖县, 二月份水表温度为 22℃, 八月份则为 29℃^[5]。另外由于季风影响, 降水集中在一定季节, 在雨季的 5—10 月, 降水量比干季的 9—4 月多三倍。Williams 等人的一系列工作表明, 水温是导致藻类季节变化的主要原因^[32]。很可能潮间带藻类种数在季节变化上的不显著, 正是水温变化幅度不大的反映。炽热日光的直射和季风引起的干旱, 则是藻类在初秋减少的原因。

三、海藻群落分析

群落的概念最初为 Moebius 所提出^[20], 他称呼一条长满牡蛎的堤为 “Biocoenosis” (群落)。后来有关群落的研究主要是陆地植物学家和陆地生态学家的贡献。但是, 有些根据陆地发展的群落概念, 一般并不适用于海洋。群落这个名称是对于在一个特定区域生长在一起并假定彼此间有某些相互关系的有机体的一个通称^[6]。

由于大量引用陆地植物生态学术语的结果^[21], 在有关海藻生态学的研究中, 群落的含义非常混乱。有的作者想用引进新术语的方法来解决这类问题, 例如 Cotton (1912)^[13] 在爱尔兰西部某地海藻的研究中, 以 Formation 等同 Community 进行群落划分。Rees (1935) 明确提出了 Association 是指以优势种为代表的, 为相同因子所制约的那些生长在一起的种类。在另一些文章中, 看来 Zone 是指具有清楚的上下界限的水平分布的连续海藻带。但是 Zone 已在生物地理学中广泛地使用了, 所以最好用 Belt 代表水平分布的海藻群落 (Communities)。

在研究了整个海南岛潮间带藻类之后, 将以生物量为基础的指标种作为依据, 可以划分出四个海藻群落类型。

1. 崖县马岭 *Gelidiella acerosa*-*Sargassum polycystum* 群落

马岭在崖县城以西约 20 公里, 为一典型的岩礁地带, 海岸潮间带由大块岩礁构成, 风浪较大。1959 年 12 月曾在此进行调查, 经测定盐度 34.29‰, 氯度 18.98‰, pH8, 水温 26.5℃。潮间带优势种藻类是匍枝马尾藻 *Sargassum polysystem* C. Ag. 和凝花菜 *Gelidiella acerosa* (Forsskal) Feldmann et Hamel 其生物量分别达到 1210 克/米² 和 880 克/米²。这在热带海区潮间带是相当高的生物量, 是热带海岩礁海岸潮间带典型的群落类型。潮间带常见的藻类还有指枝藻 *Valoniopsis* sp.、蛎菜 *Ulva conglobata* Kjellm.、环蠕藻 *Neomeris annulata* Dickie、囊藻 *Colpomenia sinuosa* (Roth) Derbes et Solier、冻沙菜 *Hypnea japonica*

Tanaka、延伸乳节藻 *Galaxaura elongata* J. Ag.、囊状法囊藻 *Valonia utricularis* (Roth.) C. Ag.、南方团扇藻 *Padina australis* Hauck、喇叭藻 *Turbinaria ornata* J. Ag.、旋花藻 *Amansia glomarata* C. Ag.、肋叶藻 *Anadyomene wrightii* Harvey、波形凹顶藻 *Laurencia undulata* Yamada、纵胞藻 *Centroceras clavulatum* (Ag.) Mont.、盾蕨藻 *Caulerpa peltata* Lamx.、角网藻 *Ceratodictyon spongiosum* Zanardini 等。

2. 陵水新村 *Ceratodictyon spongiosum*-*Hydroclathrus clathratus* 群落

这是热带海碎石-石砾海岸潮间带典型的群落类型。新村位于陵水县城东南约 15 公里,是一个隐蔽性的内湾,海岸潮间带由碎石、沙砾及碎珊瑚肢体构成。1960 年 1 月及 1962 年 4 月先后调查, pH8, 一月份水表温度为 18.7°C, 盐度 34.07‰。潮间带优势藻类为角网藻 *Ceratodictyon spongiosum* Zanardini 和网膜藻 *Hydroclathrus clathratus* (Bory) Howe, 其生物量分别达到 250 克/米²和 480 克/米²。其他常见的藻类还有石莼 *Ulva lactuca* L.、蜆菜 *Ulva conglobata* Kjellman、直立绒扇藻 *Avrainvillea erecta* (Berk.) A. et E. S. Gepp、环蠕藻 *Neomeris annulata* Dickie.、盾蕨藻 *Caulerpa peltata* Lamx. 等。

3. 万宁港北港 *Porphyra crispata*-*Spyridia filamentosa* 群落

这是热带海岸潮间带过渡性的群落类型。港北港为一河口小港。海岸潮间带由大块岩石构成。潮间带优势藻类是绉紫菜 *Porphyra crispata* Kjellm. 和篮子藻 *Spyridia filamentosa* (Wulf.) Harv. 生物量分别达到 160 克/米²和 140 克/米²。其他常见藻类还有小石花菜 *Gelidium divaricatum* Mart. 丝皮藻 *Dermonema frappieri* (Mont. et Mill) Boerg.

4. 海口盐灶 *Enteromorpha* sp. 群落

这是碎石-石砾海岸潮间带的一个过渡性藻类群落类型。盐灶是海口市郊一个荒废的旧盐滩,在泥沙质的滩涂上杂有碎石。据 1959 年 11 月初调查,当时的水表温度 24°C, pH8, 盐度 31.20‰。在整个海岸滩涂上都有浒苔 *Enteromorpha* 生长,生物量达到 212 克/米²。

综合上述情况来看,组成海南岛潮间带藻类群落的种类是热带性的,但也有过渡类型(北部和中部)。反映在群落类型上的不同,首先是由自然环境条件的不同而引起的必然结果。在潮汐类型上,东南沿海与西北沿海虽同为不正规的日潮混合潮,但却各具特点,南面潮汐的两个相邻潮高不等在高潮时显著,潮时的不等在低潮时显著,高高潮常发生在春季的下午、夏季的白天、秋季的上午和冬季的夜间。西北面的潮汐则恰恰相反,潮高的不等在低潮时显著,潮时的不等在高潮时显著,低低潮常出现在春季的白天、夏季的上午、秋季的夜间和冬季的下午。水温方面也存在差异,例如,11 月份在海口附近,测得水温的变化范围由 24—26.5°C, 而几天后测得崖县的水温变化范围却是 28—30°C。众所周知,温度和潮汐类型在很大程度上影响到群落种类的组成。几度的温差在热带地区产生的影响要比温带大,而潮汐的不同则是通过潮间带干湿条件的变化而影响到生物的。因此,一定的群落类型是一定的环境条件长期作用的必然结果。由于环境条件的变化群落本身在不断演替。

四、结 语

(1) 本文在简略地叙述了海南岛的一般情况后,确定以 Vaillant 方案作为潮间带分区的基础,并按不同生态类型予以描述。在岩岸藻类分区的讨论中,对比了 Stephenson 方案,结果发现有亚带一级的出入;指出了潮汐在潮间带生物地带形成中的作用。以具体的材料对比了 Doty 关于“临界线”的理论。在红树林群落的讨论中,指出了海南岛红树不规则的垂直分布及藻类特殊贫乏的现象。在河口群落的讨论中,主要从盐度等环境因子着手,采用 Redeker 的系统进行了海口市盐灶河口水“等级”的划分。对所有上述的群落进行了环境因子的测定,对优势种属进行了数量统计。

(2) 以崖县的鹿回头为重点,进行了藻类季节变化的观察。记录了在不同季节出现的藻类,归纳了海南岛藻类季节变化的现象,指出主要表现为在分布地带上的升降,而不是种类间的取代。分析了可能引起变化的环境因子,最后认为水温是导致藻类季节变化的重要原因。

(3) 在研究了整个海南岛潮间带藻类之后,将以生物量为基础的指标种作为依据,可以划分出四个海藻群落类型。海藻群落具有明显的热带性,但也存在过渡类型。

参 考 文 献

- [1] 古里亚诺娃, E. Ф., 刘瑞玉、斯卡拉脱, O. A., 乌沙科夫, Л. B., 吴宝铃、齐钟彦, 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。
- [2] ———, 1963. 中国各海岸带(潮间带)调查及海洋无脊椎动物养殖远景, 太平洋西部渔业研究委员会第四次全体会议论文集, 96—105 页。
- [3] 何景, 1957. 红树林的生态学。生物学通报, 1957(8): 1—5。
- [4] 侯宽昭、何椿年, 1953. 中国的红树科志, 植物分类学报, 2(2): 133—157。
- [5] 曾呈奎、张峻甫, 1959. 北太平洋西部海藻区系的划分问题。海洋与湖泊, 2(4): 245—267。
- [6] 谷口森俊, 1961. 日本の海藻群落学的研究, 1—98 页。
- [7] Щапова, Т. Ф., 1957. Литоральная флора материкового побережья Японского моря, Труды ИНСТИТУТА ОКЕАНОЛОГИИ, 23:21—65。
- [8] Bennett, I. & E. C. Pope, 1960. Intertidal zonation of the exposed rocky shores of Tasmania & its relationship with rest of Australia. *Aust. Jour. Mar. & Fresh Water Res.*, 11(2):182—221。
- [9] Bergquist, P. L., 1960. Notes on the marine algal ecology of some exposed rocky shores of Northland. New Zealand, *Bot. Mar.*, 1(1):86—94。
- [10] Colman, B. A., 1933. The nature of the intertidal zonation of plants and animals. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 18(2):435—476。
- [11] Chapman, V. J., 1946. Marine algal ecology. *Bot. Rev.*, 12(10):628—672。
- [12] ———, 1957. Marine algal ecology. *Bot. Rev.*, 23(5):320—350。
- [13] ———, & C. B. Trevarthen, 1953. General schemes of classification in relation to marine coastal zonation. *Jour. Ecol.*, 41:198—204。
- [14] Doty, M. S., 1946. Critical tide factors that are correlated with the vertical distribution of marine algae and other organisms along the Pacific Coast. *Ecol.*, 27(4):315—328。
- [15] ———, 1957. Rocky intertidal surfaces. In: *Treatise on marine ecology and palaeoecology*. vol. 1, ch. 18: (535—585)。
- [16] ——— & J. Newhouse, 1954. The distribution of marine Algae into estuarine waters. *Amer. Jour. Bot.*, 41(6):508—515。
- [17] Feldmann, J., 1951. Ecology of marine Algae. *Manual of Phycology*, p. 334. (ed. G. M. Smith). U.S.A.: Waltham Mass.
- [18] Guiler, E. R., 1953a. Intertidal classification in Tasmania. *Jour. Ecol.*, 42(2):381—384。

- [19] Hedgpeth, J. W., 1957. Classification of Marine environments, In: Treatise on Marine ecology and palaeoecology, Vol. 1, ch. 2:(17—27).
- [20] Hedgpeth, J. W., 1957b. Concepts of marine ecology. In: Treatise on marine ecology and palaeoecology, Vol. 1, ch. 3:(29—52).
- [21] Johnson, D. S. & A. F. Skutch, 1928. Littoral vegetation on a headland of Mt. Desert Island, Maine, I. Submersible or strictly littoral vegetation (with two charts and plates VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV), *Ecol.*, 9(1):188—215.
- [22] Lawson, G. W., 1956. Rocky shore zonation on the Gold coast. *Jour. Ecol.*, 44(1):153—170.
- [23] Lewis, J. R., 1955. The mode of occurrence of the universal intertidal zones in Great Britain. *Jour. Ecol.*, 43(1):270—290.
- [24] Mokyevsky, O. B., 1960. Geographical zonation of marine littoral types. *Limnology and Oceanography*, 5(4):389—396.
- [25] Southward, A. J., 1958. The zonation of Plants and Animals on rocky sea shores. *Biol. Rev.*, 33:137—177.
- [26] Stephenson, T. A. and A. Stephenson, 1949. The universal features of zonation between tide-marks on rocky coast. *Jour. Ecol.*, 37:289—305.
- [27] ———, 1954. Life between tide-marks in north America IIIa Nova Scotia and Prince Edward Island: description of the region. *Jour. Ecol.*, 42(1):14—45.
- [28] ———, 1961. Life between tide-marks in north America. IVA. Vancouver Island, I. *Jour. Ecol.*, 49:1—29.
- [29] ———, 1961. Life between tide-marks in north America. IVB. Vancouver Island, II. *Jour. Ecol.*, 227—243.
- [30] Tseng, C. K., 1936. Studies on the marine Chlorophyceae from Hainan. Reprinted from the Chinese marine Biological Bulletin, 1(5):129—200.
- [31] Umamaheswara Rao, M., 1974. Ecological observations on some intertidal algae of Mandapam coast. Symposium on marine intertidal ecology, 298—307.
- [32] William, M. & K. Margaret, 1962. The ecology of the mangrove swamps at Inhca Island, Moçambique. *Jour. Ecol.*, 50(1):19—34.
- [33] Womersley, H. B. S., 1959. The marine algae of Australia. *Bot. Rev.*, 25(4):546—614.
- [34] ——— & Edmonds, S. J., 1952. Marine coastal zonation in southern Australia in relation to a general scheme of classification. *Jour. Ecol.*, 40:84—90.

A PRELIMINARY STUDY ON THE INTERTIDAL ECOLOGY OF BENTHIC MARINE ALGAE OF HAINAN ISLAND*

Yang Tsungday

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

ABSTRACT

Hainan Island lies between lat. 18°09'—20°02'N and long. 108°36'—112°02'E. Its sea temperature at surface is rather high, the February monthly mean is 22°C while August is 29°C. Both of its seasonal and annual variations are small. The types of tides are irregular or rather mixed, the tidal range is not over 3 m usually.

Taking Maling (Yaxian) as an exemple, basing on the principles of Vaillant, we have discussed the zonation of the rocky coast between tide marks of Hainan Island. The belt from the highest high water (H.H.W.) to the lowest high water (L.H.W.) is called upper littoral belt, that from L.H.W. to highest low water

* Contribution No. 408 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.

(H.L.W.) is called mid-littoral belt, whereas that from H.L.W. to datum point is called lower littoral belt. Judging from the different cases each belt may be subdivided into several sub-belts.

According to the published informations, the distribution of the littoral algae is unique with that of most tropical coast, in that most of them concentrate in lower littoral and sublittoral belts, they form a mosaical growth, in which the brown algae *Sargassum* spp. are predominant. Owing to rather long exposure in the air every day, algae are not found at the upper littoral, with the exception of some blue-green algae; even at the mid-littoral, algae are also scant. Compared with Stephenson's, our mid-littoral belt is obviously lacking a sub-belt, but our lower littoral belt has an extra sub-belt, while the upper littoral belt is probably the same as Stephenson's.

On Hainan rocky shores the region between L.H.W. and H.L.W. becomes an upper limit for many algae, but the L.L.W. as "lower limit" for most of the algae on most seashores of the world has not been found on the Hainan shores. A great number of littoral algae extend to sub-littoral belt.

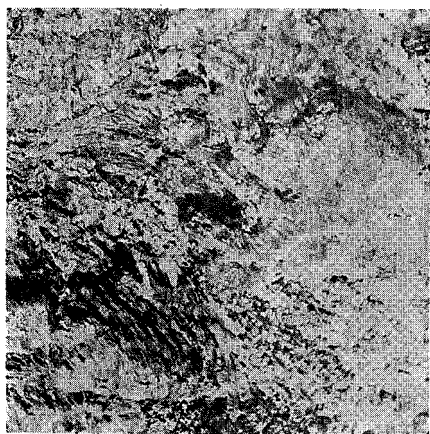
All the mangrove trees on Hainan Island belong to the "dwarf" variety with a height not exceeding 10 m. The mangrove forest consists mainly of *Rhizophora apiculata* Blume and *Sonneratia acida* Linn. f.

The zonation of Hainan mangrove swamps is not clear and is very similar to that William and Margaret (1962) found in Mocambique; they stated that no zonation was found in regions where mangrove trees were not plenty. Both of the variety and the amount of the marine algae in Hainan mangrove swamps are very poor, some of the most common variety ex. *Bostrychia*, *Vaucheria*,—etc. are not found here.

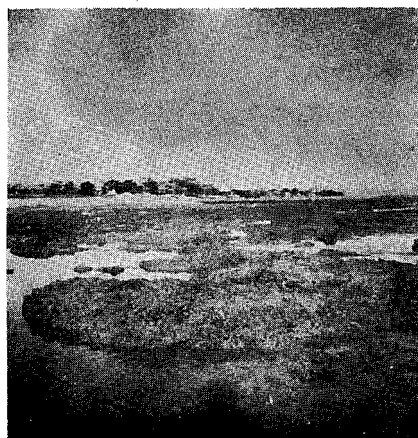
One of the most conspicuous features in estuarine areas is reflected in the variation of the salinity and substratum. According to the much used Redecke's general principles in classifying estuarine waters, Yanzao (Haikow) belongs to the "Polyhaline" type. The members of *Enteromorpha*, *Hypnea* and *Gracilaria* are found growing in the estuary. With the possible exception of *Enteromorpha*, their quantities are very small.

Seasonal differences of the algae have been observed in Ya Xian of Hainan Island. There are two general phenomena: 1) the actual replacement of certain species by others; 2) changes in the vertical levels of certain algae on the shore, with the latter dominating. Various species may be collected along littoral in winter or spring, but they can only be found in sub-littoral in summer or autumn.

By deducing characteristic species based upon biomass, the author classified the Hainan Island intertidal communities of marine algae into the following types: 1) *Gelidiella acerosa*-*Sargassum polycystum* community, this is a typical community on the rocky coast of tropical seas like Maling sea-shores; 2) *Ceratodictyon spongiosum*-*Hydroclathrus clathratus* community: this is a typical one, which is found at the gravel-stone beach of tropical seas. It is distributed over the Xincun sea-shores; 3) *Porphyra crispata*-*Spyridia filamentosa* community; this is a transitional community found at the rocky coast of tropical seas like Gangbeigang sea-shores; 4) *Enteromorpha* sp. community, this community is a transitional one, which is found at the gravel-stone beach of tropical seas. It is distributed over the Haikou seashores.



(1) 低潮带的藻类群落



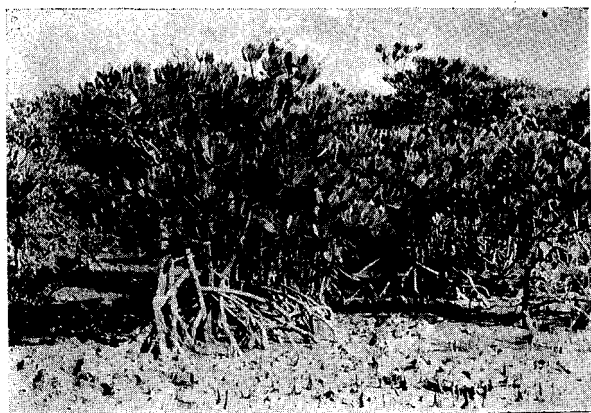
(2) 退潮时的海滨



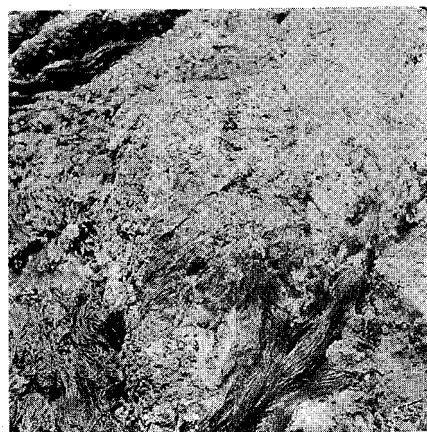
(3) 海桑组成的红树林



(4) 低潮带的藻类群落



(5) 红树组成的红树林



(6) 马尾藻占优势的群落