

朱家尖潮间带底栖海藻分布特征

毛欣欣, 蒋霞敏*, 傅财华

(宁波大学 生命科学与生物工程学院, 浙江 宁波 315211)

摘要: 2008年5月至2009年2月对浙江舟山朱家尖情人岛潮间带的大型海藻进行了调查, 初步查明该潮间带大型海藻的组成、分布和温度属性, 并利用相似性指数(S_c)分析了调查海域潮间带大型海藻相似性值。结果表明: 采集到的34种海藻隶属3门23属, 其中绿藻门(Chlorophyta) 7属8种, 红藻门(Rhodophyta) 14属20种, 褐藻门(Phaeophyta) 6属6种。春季主要优势种为铁钉菜(*Ishige okamura*)、孔石莼(*Ulva pertusa*)、小杉藻(*Gigartina intermedia*); 夏季为铁钉菜、羊栖菜(*Sargassum fusiforme*)、小石花菜(*Gelidium divaricatum*)等; 秋、冬季节为铁钉菜。红藻门种类在调查海域的出现频率为58.8%, 为优势门类; 绿藻门种类在该海域的总体水平分布呈均匀状态。70.6%的调查种类分布在低潮带, 其中包括一些中潮带延伸种类, 中、低潮带的海藻组成相似性值为0.36, 并且中、低潮带的生境趋同效果大于高、中潮带。朱家尖潮间带大型海藻具有明显的垂直分带现象, 温水性种类占绝对优势, 优势种多为暖温性种。

关键词: 大型海藻; 季节变化; 种类组成; 垂直分布

中图分类号: Q145; Q178.53

文献标识码: A

文章编号: 1001-5132 (2011) 02-0031-06

底栖海藻是海藻资源的重要组成部分, 作为岩相潮间带生态系重要的物质基础, 在潮间带能量流动、物质循环和信息传递中发挥着极为重要的作用, 同时还是海藻资源中最具开发潜力的群体。潮间带是对来自陆地和海洋生态系统生态因子以及人类活动影响极为敏感的生态交错区, 一直是人类极为关注和研究最为广泛的海洋环境。在众多的生态因子中, 温度、底质、空间异质性、食草作用、海水富营养化和人为活动被认为是影响潮间带大型藻类生长、优势度和群落结构的主要限制性因子^[1]。

国内对沿岸潮间带大型藻类群落的种类组成、区系成分及群落特征作了大量研究。主要集中在龙须岛浪蚀花岗岩潮间带大型底栖藻类群落的季节变化^[2]、舟山群岛定生海藻种类组成及区系特征^[3]、中街山列岛底栖海藻的资源调查^[4]、浙江沿海大型底栖海藻分布区域与资源特征及其区系^[5-6]、嵊泗列岛岩相潮间带底栖海藻种类组成及区系特

点^[7]。但迄今为止未见有关朱家尖大型海藻调查的报道。作者对朱家尖大型海藻的季节分布和垂直分布进行了调查, 旨在为该海区大型海藻的保护和开发利用提供依据。

朱家尖岛位于舟山群岛南部, 北纬 $29^{\circ}50' \sim 29^{\circ}27'$, 东经 $122^{\circ}19' \sim 122^{\circ}26'$ 。南北长约26 km, 东西宽约6~12 km, 全岛面积 72 km^2 , 是舟山群岛1390多个岛屿中的第五大岛。潮汐类型为正规半日潮, 有日潮不等现象, 潮流为SSE-NNW, 最大潮差 4.3 m ^[8] (图1)。

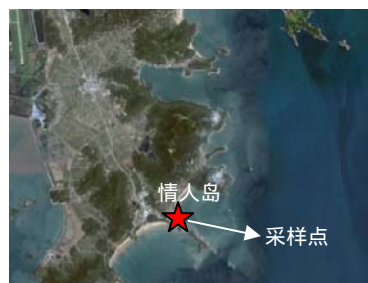


图1 朱家尖采样点位置

收稿日期: 2011-11-11. 宁波大学学报(理工版)网址: <http://3xb.nbu.edu.cn>

基金项目: 国家教育部项目(GJTSZY200701); 宁波市科技重点项目(2008C50027)。

第一作者: 毛欣欣(1990-), 女, 浙江衢州人, 本科生, 主要研究方向: 水产养殖。Email: maoxinxin0818@163.com

*通讯作者: 蒋霞敏(1957-), 女, 浙江舟山人, 教授, 主要研究方向: 水产养殖。E-mail: jiangxiamin@nbu.edu.cn

1 研究方法

1.1 调查时间和地点

调查时间为2008年5月至2009年2月。调查站点为朱家尖情人岛岩礁相(图1),每次采集地点固定。

1.2 采样与鉴定方法

采样在冬季(2月)、春季(5月)、夏季(8月)、秋季(11月)的大潮日,分别对潮间带的低潮带、中潮带和高潮带进行调查。每个潮带分别随机选取1~2个样方,样方框规格为30cm×30cm,对样方内的所有海藻全部刮下、洗净,用吸水纸吸干水渍后称重($g \cdot m^{-2}$)^[9],并进行种类鉴定与拍照记录。同

时,对样方周围出现的种类、分布等进行补充调查,作为定性分析的依据。

1.3 分析方法

相似性指数(S_c):植物区系种相似性指数采用张镜铨等^[10]提出的计算公式:

$$S_c = 2c / (A + B) \times 100\%$$

式中: A 为群落A中的物种数, B 为群落B中的物种数, c 为群落A、B中共有的物种数。

2 结果与分析

2.1 朱家尖大型海藻种类组成

对朱家尖潮间带采样调查获得的大型海藻样品进行鉴定、分类和统计,结果见表1。

表1 朱家尖潮间带大型海藻分布状况

	种类	5月	8月	11月	2月	高潮带	中潮带	低潮带
绿藻门	花石莼(<i>Ulva conglobata</i>)	+	+	-	-	-	+	-
	浒苔(<i>Enteromorpha prolifera</i>)	+	+	-	-	+	+	-
	肠浒苔(<i>Enteromorpha intestinalis</i>)	-	+	-	-	-	+	+
	孔石莼(<i>Ulva pertusa</i>)	+	+	+	-	-	+	+
	斯氏刚毛藻(<i>Cladophora stimpsonii</i>)	+	-	-	-	-	-	+
	羽藻(<i>Bryopsis plumosa</i>)	+	+	-	-	-	-	+
	螺旋硬毛藻(<i>Chaetomorpha spiralis</i>)	-	+	+	-	-	-	+
	软丝藻(<i>Ulothrix flacca</i>)	-	-	-	+	+	-	-
	日本多管藻(<i>Polysiphonia japonica</i>)	+	-	-	-	-	-	+
	多管藻(<i>Polysiphonia urecolata</i>)	+	+	-	-	-	-	+
	叉枝藻(<i>Gymnogongrus ftabelliformis</i>)	+	+	-	-	-	+	+
	粗枝软骨藻(<i>Chodria crassicaulis</i>)	+	+	-	-	-	-	+
	鸡毛菜(<i>Pterocladia tenuis</i>)	-	+	-	-	-	-	+
	无柄珊瑚藻(<i>Corallina sessilis</i>)	-	-	+	+	-	-	+
红藻门	小石花菜(<i>Gelidium divaricatum</i>)	-	+	-	+	-	+	-
	石花菜(<i>Gelidium amansii</i>)	-	+	+	-	-	-	+
	大石花菜(<i>Gelidium pacificum</i>)	+	-	-	-	-	-	+
	苔状鸭毛藻(<i>Symphyocladia marchantioides</i>)	+	-	-	-	-	+	-
	鸭毛藻(<i>Symphyocladia latiuscula</i>)	+	-	-	-	-	-	+
	繁枝蜈蚣藻(<i>Grateloupia ramosissima</i>)	-	+	-	-	-	-	+
	蜈蚣藻(<i>Grateloupia filicina</i>)	+	+	-	-	-	+	-
	蜈蚣藻(<i>Grateloupia sp.</i>)	-	+	-	-	-	+	-
	密毛沙菜(<i>Hypnea boergesenii</i>)	-	+	-	-	-	-	+
	麻黄叉节藻(<i>Amphiroa ephedraea</i>)	-	-	+	-	-	-	+
粗珊瑚藻(<i>Calliarthron yessoense</i>)	+	+	-	-	-	-	+	

续表

种类		5月	8月	11月	2月	高潮带	中潮带	低潮带
红藻门	坛紫菜(<i>Porphyra haitanensis</i>)	+	-	-	-	+	-	-
	小杉藻(<i>Gigartina intermedia</i>)	+	+	-	-	-	+	-
	盾果藻(<i>Carpopeltis affinis</i>)	-	-	+	-	-	+	+
	铁钉菜(<i>Ishige okamura</i>)	+	+	+	+	-	+	-
褐藻门	羊栖菜(<i>Sargassum fusiforme</i>)	+	+	-	-	-	+	+
	铜藻(<i>Sargassum horneri</i>)	+	-	-	-	-	-	+
	萱藻(<i>Scytosiphon lomentarius</i>)	+	-	-	-	-	+	+
	厚网藻(<i>Pachydictyon coriaceum</i>)	+	-	-	-	-	-	+
	鼠尾藻(<i>Sargassum thunbergii</i>)	+	+	-	-	-	+	+

注: “+”表示该大型海藻种类出现在调查海域,“-”表示该大型藻类未出现。

本次调查共获得大型海藻 34 种, 分属 3 门 27 属, 其中红藻门出现种类最多, 分属 14 属 20 种; 绿藻门出现 7 属 8 种; 褐藻门出现 6 属 6 种, 结果见表 1。

2.2 朱家尖大型海藻种类的垂直分布

朱家尖大型海藻标本的采集主要在潮间带进行。实际调查的 3 个潮带中, 低潮带种类数最多, 包括铜藻、羊栖菜等 24 种, 占整个潮间带调查种类的 70.6%; 中潮带在波浪的冲刷和潮汐涨落作用下形成复杂的生境, 海藻种类丰富, 调查发现 15 种; 而高潮带除了大潮期外, 几乎都暴露在空气中, 因此适应在该带生长的种类较少, 仅有浒苔(*Enteromorpha prolifera*)、软丝藻(*Ulothrix flacca*)、坛紫菜(*Porphyra haitanensis*) 3 种。

尽管潮间带高、中、低潮带均有各自不同的大型海藻优势种, 但就同一种类海藻而言, 其分布有时也会从其占优的潮带一直延伸至其他潮带(该种类在其他潮带出现时被称为延伸种), 从而造成各潮间带之间存在一定的相似种类, 这也是形成潮间带大型海藻垂直分布特征的重要原因之一^[11]。中、低潮带之间有 7 种共有种, 两潮带相似性值为 0.36; 而高、中潮带只有 1 种共有种, 两潮带相似性值仅为 0.11; 高、低潮带之间没有共有种。可以看出, 中、低潮带的种类组成相似性明显高于高、中潮带。

从图 2 可以看出, 高潮带藻类种类稀少, 种类数远少于中潮带和低潮带, 其中秋季在高潮带未采集到标本, 海藻种类垂直分布的季节性变化为:

春、夏、秋季都是低潮带>中潮带>高潮带; 而冬季是中潮带>低潮带>高潮带。

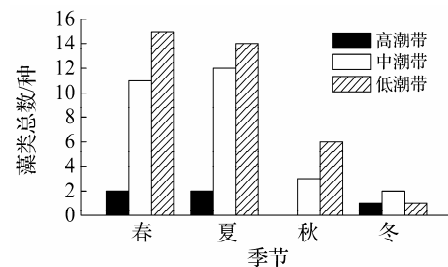


图 2 不同季节潮间带不同潮区藻类种数变化

2.3 海藻群落季节性变化

2.3.1 海藻种数的季节变化

朱家尖的海藻消长在一年四季中有显著变化(图 3), 其中春、夏两季的种类较多, 分别为 22 种和 21 种; 秋季的种类较少, 为 7 种; 冬季最少, 为 4 种。

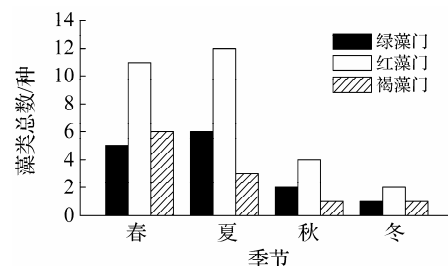


图 3 不同季节藻类种数的变化

2.3.2 群落结构变化

春季, 朱家尖情人岛潮间带海藻群落以红藻门的粗枝软骨藻(*Chodria crassicaulis*)、鸭毛藻(*Symphycloadia latiuscula*)等, 绿藻门的孔石莼(*Ulva pertusa*), 褐藻门的铁钉菜(*Ishige okamura*)、

羊栖菜(*Sargassum fusiforme*)等为主。夏季以红藻门的蜈蚣藻(*Grateloupia filicina*)、繁枝蜈蚣藻(*Grateloupia ramosissima*)、石花菜(*Gelidium amansii*)等,绿藻门的孔石莼,褐藻门的铁钉菜等为主。秋、冬季节群落结构较简单以铁钉菜为主。从四季总体上看,无论是种数还是生物量红藻门都占绝对的优势,褐藻门和绿藻门则相对较少。一年四季以春、夏两季的海藻群落构成最为丰富,生物量最大,秋季次之,冬季最少(图4)。

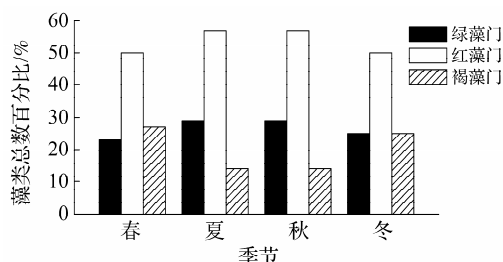


图4 不同季节朱家尖海藻各门类占总数的比例

以采样点的藻类群落为例说明朱家尖海藻群落不同季节的变化:春季生境的海藻有斯氏刚毛藻(*Cladophora stimpsonii*)、羽藻(*Bryopsis plumosa*)、日本多管藻(*Polysiphonia japonica*)、大石花菜(*Gelidium pacificum*)、鸭毛藻、萱藻(*Scytosiphon lomentarius*)等,夏季生境的海藻有蜈蚣藻、繁枝蜈蚣藻、密毛沙菜(*Hypnea boergesenii*)、小石花菜(*Gelidium divaricatum*)、肠浒苔(*Enteromorpha intestinalis*)等,秋季生境的海藻有无柄珊瑚藻(*Corallina sessilis*)、麻黄叉节藻(*Amphiroa ephedraea*)、盾果藻(*Carpopeltis affinis*)等,冬季生境的海藻有软丝藻,无柄珊瑚藻等。

表2 不同季节优势种及其生物量变化

季节	优势种种类及生物量/(g·m ⁻²)				
	孔石莼	铁钉菜	羊栖菜	小杉藻	小石花菜
春	3 600.0	4 151.1	-	1 804.4	-
夏	5 191.1	5 444.4	1 5911.1	1 657.8	1 337.8
秋	-	2 893.3	-	-	-
冬	-	1 408.9	-	-	-

注:“-”为非优势种。

朱家尖情人岛春季有利用价值且生物量较大的藻类优势种有:孔石莼、铁钉菜、小杉藻(*Gigartina intermedia*)、羊栖菜等,夏季优势种主要有:孔石莼、铁钉菜、羊栖菜、小石花菜、小杉藻等,秋、冬季节优势种仅铁钉菜1种(表2)。其中羊

栖菜的生物量达15 911.1 g·m⁻²,铁钉菜一年四季都为优势种,其生物量变化范围:1 408.9~5 444.4 g·m⁻²。不同潮间带之间又以中潮带区域面积最大,优势种最多,生物量最大,低潮带次之。

3 讨论

3.1 底栖海藻分布与环境的关系

影响海藻生长和分布的因子主要有光照、温度、营养盐、生长基质、波浪及潮汐等。潮汐和波浪的冲击程度是影响潮间带海藻垂直变化的主要因子^[12]。温度、光照及透明度是影响海藻季节性变化的主要因子,其中,温度是最主要的影响因子。我国海藻学家根据海洋表层水温温差,称5℃以下为寒带区系,10~20℃为温带区系,20~25℃为亚热带区系,25℃以上为热带区系。浙江沿海地处北温带,根据海藻对温度的适应情况,可分为3大种类属性,即冷温性种类、暖温性种类、亚热带种类^[13]。

本次调查表明,朱家尖海藻种类以暖温性种类为主,其次是亚热带种类和冷温性种类(表3)。海藻的季节性变化体现在种数和生物量上,排序为:夏季>春季>秋季>冬季。调查发现,大部分种类都出现在春、夏季节。铁钉菜一年四季都有分布,且都为优势种,夏季其生物量高达5 444.4 g·m⁻²。

表3 不同季节朱家尖海藻种类属性

季节	亚热带		暖温性		冷温性	
	种数	百分比/%	种数	百分比/%	种数	百分比/%
春	2	9	16	73	4	18
夏	4	19	15	7	2	10
秋	1	14	6	86	0	0
冬	1	25	2	50	1	25

此外,藻类个体随季节出现盛衰,如羊栖菜、鼠尾藻在夏季藻体较大,处于生长盛期,到了秋季开始腐烂,秋末冬初又长出新藻体;再如孔石莼,在春夏季生长茂盛时可以形成大片群落,藻体又很大,在其他季节只能采到较小的个体。

3.2 与其他海藻区系的温度属性比较

朱家尖岛属于亚热带海洋性气候,水系组成复杂,季节变化明显,气候及水温状况多变,对本岛与其北部的黄、渤海和南部的南麂列岛相比较,可以看出三者的潮间带大型海藻均以温水性种类(冷温性和暖温性种类)为主(表4)。

表4 黄海、渤海、朱家尖、南麂列岛大型海藻区系海藻种类的温度属性比较

区系	项目	冷水性种类			温水性种类			暖水性种类		
		总计	寒带性	亚寒带性	总计	冷温带性	暖温带性	总计	亚热带性	热带性
黄、渤海 ^[11]	种数/种	5	0	5	61	25	36	18	18	0
	比例/%	6	0	6	73	30	43	21	21	0
朱家尖	种数/种	0	0	0	29	4	25	5	5	0
	比例/%	0	0	0	85	12	73	15	15	0
南麂列岛 ^[11]	种数/种	0	0	0	38	4	34	13	13	0
	比例/%	0	0	0	75	8	67	26	26	0

比较3个区系潮间带大型海藻的温度属性可以发现,仅黄、渤海具有亚寒带性种类。以冷温带性种类相比,黄、渤海冷温带性种类占其总数的30%,朱家尖占11.8%,南麂列岛占7.8%。若以亚热带性种类比较,黄、渤海为21%,朱家尖为14.7%,南麂列岛为25.5%,这说明海藻区系的温度属性与其所处的地理位置(纬度)基本相符^[14]。而朱家尖暖温带性种类占总数的73.5%,为3个区系最高,南麂列岛次之,黄、渤海最低,这可能与朱家尖所处的海域水文性质有关。

3.3 调查与开发利用建议

本次调查朱家尖海藻种类中有多种经济海藻,部分种类生物量较大。可供食用的海藻有很多种类,如石花菜、蜈蚣藻、浒苔、石莼等。海藻主要含有大量的碳水化合物(如糖或藻酸),还含有较多的蛋白质和脂肪,并含有丰富的微量元素(B、Co、Cu、Mo、Ni、Zn)等和维生素,其灰分中还有含有许多钠盐和钾盐^[15]。

有些海藻如石莼、羊栖菜、马尾藻、浒苔等性味寒咸,具有清热解毒、软坚散结、消肿利尿及化痰止咳等功效。有些海藻如蜈蚣藻、珊瑚藻及软骨藻等有较强的驱虫作用,可用来制作驱蛔虫、蛲虫的药物。其他如孔石莼等可制作清凉饮料,用以治疗中暑。另据报道,刚毛藻属一些种类的提取物抗病毒作用极强。

除上述用途外,经济海藻还有多种其他用途,很多种类可分别作为糊料、浆料、饲料和肥料等。如David等(1990年)有关新西兰大型海藻收割处理的研究^[16]。目前利用大型海藻处理海洋污染也是一个研究热点,如Yarish等(2002年)利用大型海藻处理富营养化污水的研究^[17]等。

4 结论

(1) 通过对标本的分类、鉴定,共采得海藻23属34种,种类组成以红藻为主,其中红藻门14属20种,占总种数的58.8%;绿藻门7属8种,占总种数的23.6%;褐藻门6属6种,仅占总种数的17.6%。

(2) 潮汐是影响潮间带垂直分布的第一因子,其次是波浪冲击程度、坡度和生长基质等要素。朱家尖潮间带海藻种类和数量均有从高潮带至低潮带逐渐增加的特征,低潮带种类最丰富,在该带采集到海藻24种,占整个潮间带调查种类的57%。

(3) 该岛多为温水性种类,除铁钉菜一年四季都为优势种外,其他优势种有:孔石莼、羊栖菜、小杉藻、小石花菜。

参考文献:

- [1] 庄树宏,陈礼学,孙力. 南长山岛岩岸潮间带底栖藻类群落结构的季节变化格局[J]. 海洋科学进展, 2003, 21(2):194-202.
- [2] 庄树宏,陈礼学,孙力. 龙须岛浪蚀花岗岩潮间带大型底栖藻类群落的季节变化模式[J]. 海洋科学, 2004, 28(8):47-54.
- [3] 张义浩,王志铮,吴常文,等. 舟山群岛定生海藻种类组成、生态分布及区系特征研究[J]. 浙江海洋学院学报, 2002, 21(2):98-105.
- [4] 王志铮,张义浩,吴常文,等. 中街山列岛底栖海藻的资源调查[J]. 水产学报, 2002, 26(2):189-192.
- [5] 张义浩,李文顺. 浙江沿海大型底栖海藻分布区域与资源特征研究[J]. 渔业经济研究, 2008, 2:8-14.
- [6] 项斯端,阮积惠. 浙江底栖海藻及其区系分析[J]. 浙江大学学报:理学版, 2002, 29:548-557.
- [7] 周宏,杨万喜. 嵊泗列岛岩相潮间带底栖海藻种类组成及区系特点[J]. 海洋沼泽通报, 2001, 2:35-40.

- [8] 王一农, 张永靖. 浙江海滨生物 200 种[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 2007:1-4.
- [9] 杭金欣, 孙建璋. 浙江海藻原色图谱[M]. 杭州: 浙江科学出版社, 1983:1-107.
- [10] Zhang Y L, Zhang X M. Coefficient of similarity an important parameter in floristic geography[J]. A Rid Zone Research, 1998, 13(1):59-63.
- [11] 章守宇, 梁君, 汪振华, 等. 浙江马鞍列岛海域潮间带底栖海藻分布特征[J]. 应用生态学报, 2008, 19(10): 2299-2307.
- [12] 王宏伟, 胡中文, 张明. 大连星海湾底栖海藻及其季节性变化[J]. 辽宁师范大学学报, 2008, 31(1):94-98.
- [13] 张义浩. 浙江沿海定生海藻资源特征研究[J]. 浙江海洋学院学报, 2002, 21(4):334-339.
- [14] 隋战鹰, 黄. 渤海辽宁海区底栖海藻的研究[J]. 海洋沼泽通报, 2005, 3:57-65.
- [15] 丁宝经. 我国海藻工业的现状与发展对策的思考[J]. 海洋与海岸带开发, 1992, 9(4):17-21.
- [16] David R S, Wendy A N. The harvesting of macroalgae in New Zealand[J]. Hydrobiologia, 1990, 1:25-33.
- [17] Chung I K, Kang Y H, Yarish C, et al. Application of seaweed cultivation to the bioremediation of nutrient-rich effluent[J]. Algae, 2002, 17(3):187-194.

Distribution Characteristics of Benthic Algae in Intertidal Zone of Zhujiajian of Zhejiang Province

MAO Xin-xin, JIANG Xia-min*, FU Cai-hua

(Faculty of Life Science and Biotechnology, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: Based on the survey of macro-algae in the intertidal zone of Island Qingrendao of Zhujiajian Zhejiang province from May 2008 to April 2009, the algal species composition, distribution, and temperature feature are investigated. The algal similarity in the sampled areas is preliminarily analyzed using similarity indices (Sc). A total of 34 species sampled in sublittoral area are identified, among which, 8 species of 7 genera belong to Chlorophyta, 20 species of 14 genera belong to Rhodophyta, and 6 species of 6 genera are categorized into Rhodophyta. The dominant species in the spring are *Ishige okamurai*, *Ulva pertusa*, and *Gigartina intermedia*; in summer, *Ishige okamurai*, *Sargassum fusiorme*, and *Gelidium divaricatum*; in autumn and winter, *Ishige okamurai*. Rhodophyta are the dominant species, with the occurring frequency being up to 58.8% and Chlorophyta showing quite uniformed horizontal distribution. In addition, 70.6% of sampled species are from low-tide zone, and some were extended from mid-tide zone to low-tide zone. The composition comparability between mid-tide and low-tide species is found to be 0.36, and the convergence effect in mid-tide and low-tide zone is higher than that in high-tide and mid-tide zone. The sublittoral area of Zhujiajian shows obvious vertical zoning character, with temperate species being abundant, and the warm-water species dominant.

Key words: macroalgae; seasonal changes; species composition; vertical distribution

(责任编辑 史小丽)