

文章编号:1001-5132 (2009) 04-0467-05

象山港海域中定点漂浮物的大型海藻演变

骆其君

(宁波大学 教育部应用海洋生物技术重点实验室, 浙江 宁波 315211)

摘要:象山港浅海定点漂浮物上的大型海藻群落的种类组成存在季节差异,春季、夏季群落的种类最为丰富(51种和48种),秋季和冬季群落较少(28种和24种),4个季节群落共有13种。各季节群落中均以红藻的种类最丰富,褐藻次之,绿藻最少。在4个季节群落中生物量的变化如下:夏季>秋季>春季>冬季,在不同的季节,藻类群落的存在生物量的差异,绿藻>红藻>褐藻。4个季节群落的物种优势度序列存在明显的差异, *Enteromorpha* 在春季和冬季为群落的第1优势种,而 *Rhizoclonium*, *Grateloupia filicina* 和 *Ulva* 在夏季和秋季为优势种。浅海定点漂浮物是研究大型海藻群落非常适宜的位点。

关键词:浅海定点漂浮物; 季节变化; 群落; 生物量

中图分类号: Q178.53

文献标识码: A

潮间带是受海洋、陆地和大气共同影响的生态交错带,具有丰富多变的生态因子和多样化的大型海藻群落结构。潮间带底栖海藻的种类组成、区系研究已有大量报道^[1-6]。随着多种海域海水养殖的开展,在浅海出现了类似潮间带的生境。我们将浅海定点漂浮物定义为:人们为利用海域,在浅海设立相对固定的漂浮物,使其干出不随潮汐变化而改变并占据浅海一定的空间。主要类型有:码头、人工养殖筏架、海水网箱及暂养设施等。

象山港湾位于浙江省中部,是海洋生物受海域开发影响较严重的区域之一,通过对该区域浅海定点漂浮物大型海藻群落结构的生态学调查,将弄清海藻群落的优势种类的组成和群落多样性的季节变化,并了解海藻群落发育与周围环境和开发的关系。随着海洋的开发,对浅海的利用度日

益增强,岸线资源的占用,码头的设置,设施养殖的迅速扩张,浅海定点漂浮物的形式与数量也不断增多,而早先的研究主要集中在潮间带^[1-3]、底栖海藻^[4-5]及区系^[6-7],或侧重于一个种群的生态^[8]。随着目前海洋生态因子与海洋生物等的剧烈变化,浅海定点漂浮物将成为海洋生态研究的新型平台。笔者通过对比先前自然海域潮间带的相关研究,首次研究了定点漂浮物中大型海藻的分布及对环境的响应,旨在深入了解环境变化与海洋生物演变的生态规律。

1 材料与方法

1.1 研究的位点

研究位点在浙江省象山港,选择典型的养殖

网箱、码头,牡蛎、紫菜养殖筏架等作为采样点,研究位点,其相应的GPS坐标见表1。

表1 研究位点的选择与特征描述及GPS坐标

位点	GPS坐标	特征描述	部位
宁海海域N1	N29 27 702 E121 31 986	长方形码头: 25 m × 12 m, 使用10年以上	象山港底部
宁海海域N2	N29 28 803 E121 34 056	养殖鱼类网箱: 6 m × 3 m × 3 m, 120只, 使用5年	象山港底部
宁海海域N3	N29 29 030 E121 32 157	牡蛎养殖筏架: 350 m × 600 m, 使用5年	象山港底部
奉化海域F1	N29 26 463 E121 31 508	养殖鱼类网箱: 6 m × 3 m × 3 m, 200只, 使用5年	象山港中部
鄞州海域Y1	N29 32 487 E121 34 957	横山轮渡码头: 60 m × 20 m, 使用10年以上	象山港中部
鄞州海域Y2	N29 38 402 E121 33 282	紫菜养殖筏架: 600 m × 300 m, 使用5年	象山港口部

1.2 取样方法

参考潮间带底栖海藻群落采用巢式样方法^[2-4], 确定浅海定点漂浮物的最小样方面积为 10 cm × 60 cm。在浅海定点漂浮物的调查区域内随机设立 8 个样方, 使样方能较均匀地分布于迎浪、背浪、与潮流垂直的方位。分别在 2007 年至 2009 年的 1 月、4 月、7 月、11 月, 将样方内的藻类用铲和刀细心取下, 装入塑料袋内密封、标记后, 带回实验室进行鉴定、分类、分离, 测定长度, 烘干和称重, 最终得到各藻类的干重, 并计算生物量(g·m⁻²)。

2 结果与讨论

2.1 种类组成

采集的标本经过初步鉴定, 象山港浅海定点漂浮物的藻类共 37 属 59 种, 其中属于红藻门的 19 属 30 种, 占总种数的 50.9%; 属于褐藻门的 11 属 11 种, 占总种数的 18.6%; 属于绿藻门的 8 属 18 种, 占总种数的 30.5%。具体名录见表 2。以红藻门的种类数最多, 大约是褐藻门的 2.5 倍, 绿藻门的 1.5 倍以上。主要种类有坛紫菜、条斑紫菜、珊瑚藻、蜈蚣藻、舌状蜈蚣藻、拟厚膜藻、叉枝藻、

多管藻、萱藻、囊藻、厚网藻、海黍子、鼠尾藻、肠浒苔、浒苔、条浒苔、石莼、长石莼、孔石莼、错综根枝藻、螺旋硬毛藻、羽藻与刺松藻。

根据资料《象山港水产资源综合调查》(宁波市水产研究所, 1985)象山港的底栖藻类 147 种, 初步鉴定藻类共 27 属 42 种, 其中为红藻门的 12 属 16 种, 占总种数的 38.1%; 为褐藻门的 6 属 7 种, 占总种数的 16.7%; 为绿藻门的 9 属 19 种, 占总种数的 45.2%。大多数为暖温性种类, 如浒苔、礁膜、蛎菜、缘管浒苔、小杉藻等; 冷温性种类, 如水云、羽藻等; 亚热带种类, 如管浒苔、小石花菜、舌状蜈蚣藻等, 这些均为常见种, 生物量大的种类有错综根枝藻、斯氏刚毛藻、紫菜、浒苔以及瓦氏马尾藻、铁钉菜、萱藻、鼠尾藻、海黍子和马尾藻等褐藻; 珊瑚藻、蜈蚣藻、粗枝软骨藻、多管藻等红藻, 礁膜属、石莼属与浒苔属等绿藻。比较 1985 年的基础数据发现, 20 多年来藻类改变不大, 总体上是绿藻的种类在减少, 红藻的种类在增加。

2.2 季节差异

分析在不同季节采集的海藻种类发现, 春季、夏季群落的种类最为丰富(51种和48种), 秋季和冬季群落较少(28种和24种), 4个季节群落共有种为13种, 认为在象山港浅海定点漂浮物上的大型海藻群落的种类组成存在季节差异。主要原因是象山港存在着环境因子的季节差异, 见表3。

比较了 20 年来温度、盐度、pH 值和营养盐浓度的变化发现, 冬季的水温从 1984 年的 8.7 提高到 1992 的 9.9、2006 的 11.3; 夏季与冬季相比盐度、pH 值、溶解氧呈下降态势, 而水体中的 N 呈上升态势。

根据报道, 采用红藻(R)/褐藻(P)与 Rd 绿藻(C)/P 值指标区分海藻的区系^[2,5-7], 认为北半球各地区随海水温度的升高红藻种数相应增加, 红藻与褐藻种数之比亦加大, R/P 值在热带区系可大于 4, 而北极区系却在 1 上下, 还有进一步报道是考虑到绿藻门^[6-9], 提出以 Rd C/P 值分析北大西洋各地区

表 2 象山港定点漂浮物上的藻类名录

种类	春季	夏季	秋季	冬季	种类	春季	夏季	秋季	冬季
红藻 Rhodophyta					褐藻 Phaeophyta				
红毛菜 <i>Bangia gloiopelticola</i> Tanaka	+			+	水云 <i>Ectocarpus siliculosus</i>		+		+
坛紫菜 <i>Porphyra haitanensis</i>	+	+		+	铁钉菜 <i>Ishige okamurai</i> Yendo	+	+	+	+
园紫菜 <i>P.suborbiculata</i> Kjellm	+	+		+	萱藻 <i>Scytosiphon lomentaria</i> (Lyng.) J. Ag.	+			+
条斑紫菜 <i>P.yezoensis</i> Ueda	+			+	囊藻 <i>Colpomenia sinuosa</i> (Roth.) Derb et Sol.	+	+		
大石花菜 <i>Gelidium pacificum</i> Okam	+	+	+	+	鹅肠藻 <i>Endarachne binghamiae</i> J. Ag.	+	+		
小石花菜 <i>G.divaricatum</i> Martens	+	+	+	+	网地藻 <i>Dictyota dichotoma</i> (Huds.) Lain.	+			
鸡毛菜 <i>Pterocladia capillacea</i>		+		+	厚网藻 <i>Pachydictyon coriaceum</i> (Holin.) Okam.	+	+		
珊瑚藻 <i>Corallina officinalis</i> L.	+	+	+	+	育叶网翼藻 <i>Dictyot prolifera</i> Okam.	+			
小珊瑚藻 <i>C.pilifera</i>	+	+	+	+	羊栖菜 <i>Sargassum fusiforme</i> (Harv.) Setch.	+	+		
园锥仙菜 <i>Ceramium paniculata</i> Okam.	+	+			海黍子 <i>S.muticum</i>	+	+	+	+
日本仙菜 <i>C.japonicum</i> Okam.	+	+			鼠尾藻 <i>S.thunbergii</i> (Mert.) Kuntze	+	+	+	+
密毛沙菜 <i>Hypneaq boergessnii</i> Tanaka	+	+			瓦氏马尾藻 <i>S.vachellianum</i> Grey.	+	+	+	
鹧鸪菜 <i>Caloglossa leprieurii</i> (Mont.) J. Ag.	+	+			绿藻 Chlorophyta				
鸭毛藻 <i>Symphyocladia latiusula</i>	+	+			条浒苔 <i>Enteromorpha.clathrata</i> (Roth.) Grev.	+	+		+
海萝 <i>Gloiopeltis furcata</i> (P.et R.) J. Ag.		+	+		肠浒苔 <i>E.intestinalis</i> (L.) Nees	+	+	+	
海膜 <i>Halymenia floresia</i> (Clemente) C. Agardh		+			浒苔 <i>E.prolifera</i> (Mul1.) J. Ag.	+	+		+
蜈蚣藻 <i>Grateloupia filicina</i>	+	+	+		管浒苔	+			+
舌状蜈蚣藻 <i>G.livida</i> (Harv.) Yamada		+	+	+	缘管浒苔 <i>E.tubulosa</i> Kutz	+			+
繁枝蜈蚣藻 <i>G.ramosissima</i> Okam	+	+	+	+	石莼 <i>Ulva lactuca</i> L.	+	+	+	
拟厚膜藻 <i>Pachymeniopsis elliptica</i> Yamada		+	+		长石莼 <i>U.linza</i> L.	+	+	+	
厚膜藻 <i>Pachymenia carnosia</i> J. A.		+	+		孔石莼 <i>U.pertusa</i> Kjellm.	+	+	+	
茎刺藻 <i>Caulacanthus ustulatus</i> Kutz.	+	+	+		蛎菜 <i>U.conglobata</i> Kjellm.	+	+		
节荚藻 <i>Lomentaria hakodatensis</i> Yendo	+	+			礁膜 <i>Monostroma nitidum</i> Wittr .	+			+
粗枝软骨藻 <i>Chondria crassicaulis</i> Harv.	+	+			错综根枝藻 <i>Rhizoclonium implexum</i> (Dill.) Kutz .		+	+	+
细枝软骨藻 <i>C.tenuissima</i> C. Ag.	+	+			硬毛藻 <i>Chaetomorpha antennina</i> (Borg.) Kutz	+	+	+	+
叉枝藻 <i>Gymnogongrus flabelliform</i>	+	+	+	+	螺旋硬毛藻 <i>C.spiralis</i> Okam.	+	+	+	+
对丝藻 <i>Antiithamon plumla</i> Thur.	+				斯氏刚毛藻 <i>C.stimpsonii</i> Harv .	+	+	+	+
绢丝藻 <i>Callithamnion corymbosum</i> lyngb.	+				羽藻 <i>Bryopsis plumosa</i> (Huds.) C. Ag.	+	+	+	
日本多管藻 <i>Polysiphonia japonica</i>	+	+	+		羽状羽藻 <i>B.pennata</i> Lamx.	+	+		
多管藻 <i>P.urceolata</i>	+	+	+		藓羽藻 <i>B.hypnoides</i> Lamx.	+	+		
					刺松藻 <i>Codium fragile</i> (Sur.) Harlot.	+	+	+	+

系, 小于 2 为冷温带, 大于 5 为热带, 3~4 为暖温带。黄海西区 R/P 为 1.64, 浙江海区却高达 3.37; 黄海西区 Rd C 值为 2.19, 浙江海区则高达 4.26。可见浙江区系的 R/P 值及 Rd C/P 值均属于亚热带范畴。

在象山港浅海定点漂浮物的藻类中, R/P 的值为 2.73, Rd C/P 值为 4.36, 与 2002 年浙江海区的海藻区系的数据接近。比较 1985 年的数据, R/P 的值为 2.28, 表明了温度在升高的发展趋势。

表3 象山港海洋环境因子的变化

	1984年		1992年				2006年			
	夏季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季
水温/	28.70	8.70	17.20	29.00	23.70	9.90	19.20	28.70	21.90	11.30
盐度	31.05	26.14	29.25	30.66	26.46	25.93	21.85	28.14	26.46	23.67
pH值	8.08	8.19	8.02	7.92	8.07	8.12	7.92	7.87	7.97	7.93
溶解氧/(mg·L ⁻¹)	7.54	8.91	8.24	7.18	7.78	8.62	7.98	6.28	7.48	8.21
NO ₃ /(μg·L ⁻¹)	12.70	8.14	19.40	14.37	21.18	32.82	17.20	15.70	24.20	30.50
NO ₂ /(μg·L ⁻¹)	0.81	0.32	-	0.95	-	1.14	1.24	1.22	1.52	1.92
TN/(μg·L ⁻¹)	2.13	23.10	-	15.32	-	33.96	18.44	16.92	25.72	32.42
PO ₄ /(μg·L ⁻¹)	0.56	1.53	-	0.54	-	0.84	0.61	-	0.97	-

注: 数据来源象山港水产资源综合调查, 宁波市水产研究所(1985年); 浙江北部潮间带生物资源调查报告, 宁波市水产研究所(1992年).

表4 象山港浅海定点漂浮物上海藻生物量的变化

	春季/(g·m ⁻²)	夏季/(g·m ⁻²)	秋季/(g·m ⁻²)	冬季/(g·m ⁻²)
N1	917.6	128.9	269.7	571.4
N2	5 716.2	3 980.4	3 781.1	1 274.3
N3	2 694.1	1 847.4	674.3	1 454.1
F1	4 168.7	2 977.9	1 348.2	976.5
Y1	358.2	134.7	159.6	90.7
Y2	1 187.4	1 267.2	1 986.0	678.5
平均	2 507.0	1 722.7	1 369.8	840.9

表5 象山港浅海定点漂浮物上的海藻与潮间带的生物量比较

		长度/cm	鲜重/g	干重/g	鲜干比
石莼	漂浮物	21.49±10.38	1.179±0.154	0.229±0.057	5.148
	潮间带	8.35±3.83	0.487±0.089	0.098±0.024	4.969
蜈蚣藻	漂浮物	67.24±34.21	9.862±0.783	2.423±0.359	4.070
	潮间带	16.57±8.25	3.743±0.581	1.178±0.450	3.177
鹅肠菜	漂浮物	16.55±2.84	0.641±0.154	0.142±0.039	4.514
	潮间带	7.28±1.56	0.162±0.024	0.038±0.008	4.263

2.3 生物量的变化规律

按照样方 10 cm × 50 cm 计算 1 年 4 个季节的变化情况, 见表 4. 从表 4 可知, 藻类群落生物量春季 > 夏季 > 秋季 > 冬季. 不同季节藻类群落存在生物量的差异, 绿藻 > 红藻 > 褐藻.

浅海定点漂浮物上的海藻群落属野生状态, 基本上无人工采收等干扰, 基质不处理, 能反映自然生态的基本特征. 对比 1982 年 6 月测定潮间带的海藻群落的数据: 优势种是浒苔属, 奉化鲎琦断面中潮区生物量 1 180 g·m⁻², 1 284.08 g·m⁻², 泥涂上藻类极贫乏. 高潮区春季 0.44 g·m⁻², 中潮区夏季

794 g·m⁻²; 西沪港中潮区春季 1.35 g·m⁻², 中潮区夏季 20.52 g·m⁻²; 象山樊岙低潮区冬季 0.02 g·m⁻². 差异极大, 而浅海定点漂浮物上的海藻群落生物量多, 变化小, 是研究大型海藻群落适宜的位点.

2008 年 5 月测定潮间带坛紫菜长度为 13.7 cm, 漂浮物上的 38.2 cm. 测定漂浮物上的海藻, 并与同一地点的潮间带的生物量比较, 见表 5. 在潮间带刺松藻个体平均鲜重 12.8 cm, 漂浮物上的达到 214.6 cm, 一般个体增大 2~4 倍, 表明浅海定点漂浮物上的大型海藻生长快, 长度长、干重大、鲜干比大, 具有更多的水分含量, 导致了生长快、个体

较大。该结果有利于搭建从潮间带到漂浮物的关联, 从自然增殖演变为人工栽培, 并为浅海自然藻床建设提供了科学依据。

参考文献:

- [1] 苏秀榕, 秦松, 骆其君, 等. 浙江沿海藻类共生细菌的生理生化特性研究[J]. 生态环境, 2005, 14(2):239-241.
- [2] 徐芝敏, 蒋加伦, 孙建璋. 南麂列岛潮间带海藻资源与生态[J]. 东海海洋, 1994, 12(2):29-43.
- [3] 周宏, 杨万喜. 嵊泗列岛岩相潮间带海藻种类组成及区系特点[J]. 海洋湖沼通报, 2001(2):35-40.
- [4] 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(5):548-557.
- [5] 庄树宏, 陈礼学. 烟台月亮湾岩岸潮间带底栖海藻群落结构的季节变化[J]. 青岛海洋大学学报, 2003, 33(5):719-726.
- [6] 曾呈奎, 张峻甫. 黄海和东海的海藻区系[J]. 海洋与湖沼, 1959, 2(1):43-52.
- [7] 曾呈奎, 张峻甫. 黄海西部沿岸海藻区系的分析研究: I 区系的温度性质[J]. 海洋与湖沼, 1962, 4(1,2):49-59.
- [8] Mark M L, Steven N M, Keith E A. Seasonal variations in net photosynthetic performance and cover of intertidal macrophytes[J]. Aquatic Botany, 1979, 7:35-46.
- [9] Verena Rapp de Eston, Wilton O B. An experimental analysis of ecological dominance in a rocky subtidal macroalgal community[J]. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 1990, 136(3):179-195.

Change of Macroalgae in Fixed Floats in Xiangshan Bay

LUO Qi-Jun

(Key Laboratory of Applied Marine Biotechnology of Ministry of Education, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: There are seasonal variations of macroalgae community in the floats of fixed point of the shallow waters along the coast in Xiangshan Bay of Zhejiang Province. The types of communities are more diverse in spring and summer (51 species and 48 species, respectively), and less so in autumn and winter (28 species and 24 species, respectively). In four seasons 13 species are found to remain in the same communities. The degree in terms of diversity for species communities follows the order as Rhodophyta > Phaeophyta > Chlorophyta. The biomass of communities in four seasons is in descending order of summer > autumn > spring > winter. The biomass in the communities takes the declining sequence of Chlorophyta > Rhodophyta > Phaeophyta. The dominant species in community varies from season to season, with *Enteromorpha* being the most abundant species in winter and in spring, *Rhizoclonium*, *Grateloupia filicina* and *Ulva* being the prevailing species in summer and in autumn. It is found that the floats of fixed point best serves as a appropriate site to study macroalgae community.

Key words: macroalgae; seasonal changes; community; biomass

CLC number: Q178.53

Document code: A

(责任编辑 史小丽)