

三沙市南海诸岛底栖海藻区系调查及其 与其它相关区系的比较分析*

夏邦美 王广策 王永强

(中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

提要 三沙市地处南海,除广阔的海域外,还有众多的岛屿(礁),自然资源丰富。西沙群岛、南沙群岛和中沙群岛等组成了我国三沙市南海诸岛。根据多年来我国科研人员在该海区的调查研究,作者对我国三沙市南海诸岛海区的海藻区系进行初步的植物地理学研究,以探讨该海域海藻区系的温度性质及其与其它相关海区海藻区系的关系。研究表明,我国三沙市南海诸岛底栖海藻区系与北太平洋西部海藻相同种数最多的是区系性质为热带性的南海南区,因此海藻区系的温度性质具有很明显的热带性。另外,三沙市南海诸岛海藻区系与印度洋海藻区系有很多共同成分,两地共有种数高达 184 种,为南海诸岛海藻总数的 63%,进一步证明我国三沙市南海诸岛区系属于暖水性印度—西太平洋区,印—马亚区。研究结果对系统调查分析我国三沙市底栖海藻资源进而开发利用南海资源有重要的意义。

关键词 海藻区系;南海诸岛;三沙市;植物地理学;区系的温度性质

中图分类号 Q948;P745

三沙市位于南海,是我国最大的海域市,也是最年轻的地级市。三沙市辖区包括众多群岛及其广袤的海域,其中数以百计的岛屿总称为三沙市南海诸岛。第二次世界大战期间,南海诸岛曾一度沦陷,被日本占领;日本投降后,由当时的中国政府全部接收,并重新命名,同时在西沙群岛永兴岛上立有收复纪念碑。据史书记载,早在 2000 多年前的春秋战国时期,我国人民就已航行在南海海域,并在南海诸岛上躲避台风,短暂歇息。因此,我国是最早发现南海诸岛,并在南海海域开展渔业活动的国家。

早在 1933 年,我国藻类学家曾呈奎就亲临南海诸岛的东沙群岛(Pratas Island)进行野外调查和采集工作。解放后,国家组织相关单位的科研人员对南海诸岛多次开展较大规模的科学考察活动,特别是 1957—2004 年由中国科学院海洋研究所和南海海洋研究所等单位的科研人员对三沙市的南海诸岛进行

的科学考察,取得了重要成果,受到国内外同行的高度关注。

海藻区系调查是海洋科学考察的重要组成部分,也是海洋植物学研究的一项基础工作。要了解一个海区的海藻区系性质,首先要对组成区系的物种进行分类研究,阐明这些物种的生态特征,确定区系的特点,特别是区系的温度性质和区系的起源。为进一步发展海洋植物地理学,并为资源的保护、开发、利用及养殖业的合理布局提供参考,中国科学院海洋研究所对该海域进行了多次的海藻调查采集,并开展了分类研究,为我国三沙市南海诸岛底栖海藻区系研究提供了重要的研究资料。为此,作者回顾了历次对南海诸岛的科学考察活动,系统整理了南海诸岛底栖海藻的调查与采集结果,分析了南海诸岛底栖海藻区系特点。本文还通过与其它海区相关海藻区系的对比分析,系统阐述了三沙市南海诸岛底栖海藻

* 科技部基础性工作专项“中国动物志、中国孢子植物志、中国植物志的编研”项目,2006FY120100 号。夏邦美,研究员, E-mail: bmxia@qdio.ac.cn

通讯作者:王广策,博士生导师,研究员, E-mail: gewang@qdio.ac.cn

收稿日期:2013-09-29,收修改稿日期:2013-10-25

区系的性质。

1 我国三沙市南海诸岛底栖海藻的研究历史

1.1 西沙群岛海藻的调查研究

西沙群岛属于三沙南海诸岛, 位于东经 $111^{\circ}11'$ — $112^{\circ}54'$, 北纬 $15^{\circ}46'$ — $17^{\circ}08'$ 之间, 由 230 多个岛屿和礁滩组成。按自然散布情况, 西沙群岛可分为两个岛群: 东群—宣德群岛, 包括永兴岛、石岛、南沙洲、南岛、中岛、北岛、赵述岛、西沙洲、东岛、高尖石以及滨湄滩、湛涵滩和浪花礁等; 西群—永乐群岛, 包括金银岛、羚羊礁、甘泉岛、珊瑚岛、晋卿岛、琛航岛、广金岛、全富岛、中建岛和森屏滩、玉琢礁、华光礁和盘石屿等。这些岛屿除高尖石是由中新世火山碎屑岩构成外, 其它都是珊瑚礁岛、滩。西沙群岛海水表层温度约 24 — 29°C , 温差一般不超过 6°C ; 表层盐度约在 31 — 34 间, 盐度年差一般不超 3。因此, 这一海区具有高温高盐的特点, 且透明度高, 20m 深处仍清澈见底。

中国科学院海洋研究所于 1957 年、1958 年、1975 年、1976 年和 1980 年先后五次派调查组前往西沙群岛进行系统采集和研究, 国内其它单位也曾进行过一些调查。已公开发表的研究报告有: (1) 曾呈奎、张峻甫(1959); (2) 曾呈奎、张峻甫(1962); (3) 樊恭炬(1963); (4) 樊恭炬、王永川(1974); (5) 樊恭炬、王永川、李伟新、潘国瑛(1974); (6) 樊恭炬、王永川、潘国瑛、蒋福康、范允平(1974); (7) 曾呈奎、董美玲(1975, 1978, 1980, 1983); (8) 张峻甫、夏恩湛、夏邦美(1975); (9) 张峻甫、夏邦美(1976, 1978a, 1978b, 1979, 1980a, 1980b, 1983, 1985); (10) 曾呈奎、陆保仁(1978, 1979, 2000); (11) 张德瑞、周锦华(1978, 1980a, 1980b, 1981); (12) 周锦华、张德瑞(1985); (13) 朱浩然、刘雪娴(1980); (14) 陆保仁、曾呈奎(1980, 1985); (15) 郑柏林(1980, 2001); (16) Tseng (ed.) (1983); (17) Dong Meiling, Tseng (1983); (18) Tseng and Lu Baoren (1983); (19) 王树渤、栾日孝(1990); (20) 王树渤、王宏伟(1994); (21) 栾日孝、奕淑君(1995); (22) 匡梅、曾呈奎、夏邦美(1999); (23) 夏邦美(主编)(1999, 2004, 2011); (24) 王颖(主编)(2013); (25) 夏邦美、王永强(2000); (26) 曾呈奎、董美玲、陆保仁(2004); (27) 曾呈奎(主编)(2005)。根据上述研究报告, 产于我国西沙群岛的大型底栖海藻迄今已知有 248 种, 其中 42 个新种产自西沙群岛, 其余多为本地区或我国的新记录种。

1.2 南沙群岛海藻的调查研究

南沙群岛是我国南海诸岛的第二大群岛, 位于东经 108° — 118° 和北纬 4° — 12° 之间, 由四十多个礁、群礁、滩、岛及暗沙组成, 包括南屏礁、半路礁、信义礁、仁爱礁、美济礁、半月礁、五方礁、三角礁、海口礁、牛车轮礁、南通礁、舰长礁、仙宾礁、南薰礁、华阳礁、赤瓜礁、绿沙礁、仙娥礁、永暑礁、渚碧礁、皇路礁、安达礁等。南沙群岛海水表层温度最高, 可达 27.5°C , 并随水层深度递增而降低; 表层盐度最低, 约 31.0, 并随水层温度递增而增加。

中国科学院南沙综合考察队于 1984—1994 年间多次对我国南沙群岛进行调查采集与研究, 已发表的论文报告有: (1) 陆保仁、曾呈奎、董美玲、徐法礼(1991); (2) 周锦华、张德瑞(1991); (3) 夏恩湛、夏邦美(1991); (4) 曾呈奎、陆保仁、吴向春(1996); (5) 王永强、夏邦美(1998); (6) 曾呈奎、陆保仁、丁兰平(1998); (7) 吴向春、陆保仁、曾呈奎(1998)。根据上述研究报告, 产于我国南沙群岛的大型底栖海藻迄今已知有 114 种, 其中 8 个新种, 其余多为本地区或我国的新记录种。南沙群岛及其邻近海区系我国唯一靠近赤道的地区, 具有显著的印度—马来区系的特色。

1.3 中沙和东沙群岛海藻的调查研究

中沙群岛也是我国南海诸岛中的一个群岛, 位于西沙群岛东南, 由数个暗沙、滩及环礁组成。黄岩岛在中沙群岛东部, 位于东经 $117^{\circ}45'$, 北纬 $15^{\circ}08'$, 是中沙群岛中唯一有礁石露出海面的环礁, 夏季礁平台表层水温高达 29.7 — 30.2°C , 盐度为 33.81 — 33.89 。

中国科学院南海海洋研究所 1977—1978 年两次考察黄岩岛, 并发表研究报告 2 篇: 蒋福康(1982, 1989), 文中报道了 33 种大型底栖海藻, 其中绿藻 11 种, 褐藻 3 种, 红藻 18 种, 均为黄岩岛海区的首次记录。

东沙群岛是我国南海诸岛中最小的珊瑚岛礁, 位于 $20^{\circ}33'$ — $21^{\circ}10'$ 、东经 $115^{\circ}54'$ — $116^{\circ}57'$ 、东经 $116^{\circ}43'$ 、北纬 $20^{\circ}42'$, 呈环状, 环礁内有一个直径约 10 海里的礁湖, 内有无数个珊瑚礁盘。Tseng(1936, 1937)发表研究论文, 报道产于我国东沙群岛的大型底栖海藻 17 种, 其中有我国的新记录种及该地区的新记录种。

根据上述报告, 我国三沙市南海诸岛的底栖海藻迄今已知有 290 种(包含变种和变型), 其中红藻 137 种, 褐藻 62 种, 绿藻 91 种。三沙市南海诸岛大型底栖海藻还包括蓝藻门的种类。蓝藻是一类古老的藻类, 不仅具有广温性, 而且还有广布于世界各海区的特点。在分析一个海区的海藻区系时, 蓝藻门的种类常不能真实地

反应整个地区性质的全貌, 如 Womersley(1959)所指出: “由于蓝藻门近于所有的种类属遍布性或近于遍布性种, 本讨论(指澳大利亚海藻地区学关系的讨论)将省略蓝藻门”。同样, 在多数地区性海藻志中, 都很少报道蓝藻类及微观藻类, 因为把关于蓝藻门地理分布的片断记录作为比较研究的资料可能会导致错误的结论。为此,

本文对我国三沙市南海诸岛底栖海藻区系的分析也仅限于红藻门、褐藻门和绿藻门的物种。

2 三沙市南海诸岛底栖海藻名录

下面给出迄今为止报道的三沙市海域所有底栖海藻名录。

三沙市南海诸岛底栖海藻名录

List of the benthic algae recorded in the Sansha City, South China Sea

其中▽表示西沙, △表示南沙, ☆表示黄岩岛, ○表示东沙

Symbols of algal distribution: ▽ Xisha Islands; △ Nansha Islands; ☆ Huangyan Island; ○ Dongsha Islands

红藻门 Rhodophyta

海索面目 Nemalionales

乳节藻科 Galaxauraceae

易碎幅毛藻 *Actinotrichia fragilis* (Forssk.) Børg. △☆▽

叉开乳节藻 *Galaxaura divaricata* (Limaeus) Huisman & R. A. Townsend △▽

纤丝乳节藻 *G. filamentosa* Chou △▽

扁乳节藻 *G. marginata* (Ellis et Solander) Lamx. ▽

亚灌乳节藻 *G. rugosa* (Ellis et Solander) Lamx. ○

圆果胞藻 *Tricleocarpa cylindrica* (Ellis & Solander) Huisman & Borowitzka ▽

白果胞藻 *T. fragilis* (Limaeus) Huisman & R. A. Townsend ▽△

粉枝藻科 Liagoraceae

殖丝藻 *Ganonema farinosa* (Lamx.) Fan et Wang ▽

单轴殖丝藻 *G. pinnatiramosa* (Lamx.) Fan et Wang ▽

纤细粉枝藻 *Liagora filiformis* Fan et Li ▽

伊似粉枝藻 *L. izziella* Li ▽

羽枝粉枝藻 *L. pinnata* Harv. ☆△▽○

鼓苞粉枝藻 *L. setchellii* Yamada △▽

中国粉枝藻 *L. sinensis* Fan, Wang et Pan ▽

海索面科 Nemalionaceae

叉枝拟果丝藻 *Trichogloeopsis divaricata* Tseng et Li ▽

疣枝拟果丝藻 *T. hawaiiiana* Abbott et Doty ▽☆

羽枝拟果丝藻 *T. pinnata* Tseng et Li ▽

西沙拟果丝藻 *T. xishaensis* Tseng et Li ▽

柏枝藻目 Bonnemaisoniales

柏枝藻科 Bonnemaisoniaceae

紫杉状海门冬 *Asparagopsis taxiformis* (Delile) Trevisan △▽

珊瑚藻目 Corallinales

珊瑚藻科 Corallinaceae

叶状叉节藻 *Amphiroa foliacea* Lamx. △☆

脆叉节藻 *A. fragilissima* (Linn.) Lamx. △▽☆

宽角叉珊瑚藻 *Jania adhaerens* Lamx. △▽☆

毛叉珊瑚藻 *J. capillacea* Harvey ▽

辐形叉珊瑚藻 *J. radiata* Yendo ▽

红叉珊瑚藻 *J. rubens* (Linnaeus) Lamouroux ○

冈村石叶藻 *Lithophyllum okamurai* Foslie △▽

中叶藻 *Mesophyllum mesomorphum* (Foslie) Adey ▽

布氏水石藻 *Hydrolithon boergesenii* (Foslie) Foslie ▽

端胞水石藻 *H. farinosum* (Lamx.) D. Penrose et Chamberlain ▽△☆

孔水石藻 *H. onkodes* (Heydrich) Penrose et Wolkerling △▽

水石藻 *H. reinboldii* (W. V. B. et Foslie) Foslie ▽

太平洋宽珊瑚藻 *Mastophora pacifica* (Heydrich) Foslie △▽

宽珊瑚藻 *M. rosea* (C. Ag.) Setch. △○

新角石藻 *Neogoniolithon brassica-florida* (Harvey) Setchell et Mason △▽

巨大新角石藻 *N. megalocystum* (Foslie) Setchell et Mason ▽

三叉新角石藻 *N. trichotomum* (Heydr.) Setchell et Mason △▽

变胞新角石藻 *N. variabile* Zhang et Zhou △▽

圆锥呼叶藻 *Pneophyllum conicum* (Dawson) Keats. ▽

石花菜目 Gelidiales

石花菜科 Gelidiaceae

凝花菜 *Gelidiella acerosa* (Forssk.) Feldm. et Hamel △▽○

层孢藻科 Wurdemanniaceae

红层孢藻 *Wurdemannia miniata* (Draparn) Feldm. et Hamel △▽

杉藻目 Gigartinales

重丝藻科 Dicranemataceae

西沙腹根藻 *Tenaciphyllum xishaensis* Xia et Wang ▽

海膜科 Halymeniaceae

小隐丝藻 *Cryptonemia parca* C. F. Chang et B. M. Xia ▽

扩大海膜 *Halymenia dilatata* Zanar. △▽

沙菜科 Hypnaceae

鹿角沙菜 *Hypnea cervicornis* J. Ag. ▽

巢沙菜 *H. pannosa* J. Ag. △☆▽

小沙菜 *H. spinella* (C. Ag.) J. Agardh ▽

密枝沙菜 *H. valentiae* (Turn.) Mont. ▽

耳壳藻科 Peyssonneliaceae

木耳状耳壳藻 *Peyssonnelia conchicola* Piccone et Grunow ▽

- 基扇耳壳藻 *P. dubyi* (Harvey) Yamada ∇
 东方耳壳藻 *P. orientalis* (W. V. B.) Cormaci et Furnari ∇
 枝壳藻 *Ramicrusta nanhaiensis* Zhang et Zhou ∇
- 根叶藻科 Rhizophyllidaceae
 美羽软粒藻 *Portieria hornemanni* (Lyngbye) Silva Δ☆∇
- 海木耳科 Sarcodiaceae
 矮孔果藻 *Trematocarpus pygmaeus* Yendo ∇○
- 红翎菜科 Solieriaceae
 珊瑚状麒麟菜 *Eucheuma arnoldii* W. V. B. Δ∇
 麒麟菜 *E. denticulatum* (Burman) Collins et Hervey ∇
 西沙麒麟菜 *E. xishaensis* Kuang et Xia ∇
 耳突卡帕藻 *Kappaphycus cottonii* (W.v.B.) Doty ☆∇
 异枝卡帕藻 *K. striatum* (Schmitz) Doty ∇
 琼枝 *Betaphycus gelatinae* (Esp.) Doty ○
 具花拟鸡冠菜 *Meristiella florifera* Kuang et Xia ∇
 鸡冠菜 *Meristotheca papulosa* (Mont.) J.Ag. ∇
- 江蓠目 Gracilariales
 江蓠科 Gracilariaceae
 弓江蓠 *Gracilaria arcuata* Zanard. ∇
 帚状江蓠 *G. edulis*(Gmelin) Silva ∇
 凤尾菜 *G. eucheumoides* Harv. ∇
- 红皮藻目 Rhodymeniales
 环节藻科 Champiaceae
 环节藻 *Champia parvula* (Vg.) Harv. ∇
 西沙腹枝藻 *Gastroclonium xishaensis* C.F.Chang et B.M.Xia
 Δ∇
- 红皮藻科 Rhodymeniaceae
 梨形葡萄藻 *Botryocladia pyriformis* (Børg.) Kylin ∇
 厚壁葡萄藻 *B. skottsbergii* (Børg.) Levr. Δ∇
 伴绵藻 *Ceratodictyon spongiosum* Zanard. Δ∇○
 聚集腔节藻 *Coelarthrum boergesenii* (W. V. B.) Huisman Δ∇
 不规则腔腺藻 *Coelothrix irregularis* (Harv.) Børg. ☆Δ∇
 全缘隐蜘蛛藻 *Chrysymenia okamurai* Yam. et Segawa ∇
 网状隐蜘蛛藻 *Cryptarachne reticulata* Xia et Wang ∇
 红细胞藻 *Erythrocolon podagricum* J.Ag. Δ∇
 西沙网囊藻 *Faucha xishaensis* Xia et Wang ∇
 缠结拟石花 *Gelidiopsis intricata* (Ag.) Vickers Δ∇
- 仙菜目 Ceramiales
 仙菜科 Ceramiaceae
 纤细冠毛藻 *Anotrichium tenue* (C.Ag.) Nageli ∇
 匍枝对丝藻 *Antithamnion iherminieri* (P.L.Crouan et H.M.
 Crouan) Bornet ex Nasr ∇
 绢丝藻 *Callithamnion corymbosum* (J.E.Smith) Lyngbye ∇
 纵胞藻 *Centroceras clavulatum* (C. Ag.) Mont. Δ∇
 日本纵胞藻 *C. japonicum* Itono ∇
 小纵胞藻 *C. minutum* Yam. Δ∇
- 内枝仙菜 *Ceramium aduncum* Nakamura ∇
 窄皮小仙菜 *C. affine* Set. et Gar. ∇
 细毛仙菜 *C. camouii* Dawson ∇
 窄皮仙菜 *C. comptum* Børg. ∇
 透明仙菜 *C. diaphanum* (Lightfoot) Roth ∇
 皮刺仙菜 *C. hamatispinum* Dawson ∇
 日本仙菜 *C. japonicum* Okamura ∇
 三叉仙菜 *C. koronensis* Itono ∇
 偏胞仙菜 *C. mazatlanense* Dawson ∇
 纤细仙菜 *C. seriosporum* Dawson ∇
 伏枝仙菜 *C. serpens* Set. et G. ∇
 柔质仙菜 *C. tenerimum* (Mart.) Okam. ∇
 笔头仙菜 *C. vagabunde* Dawson ∇
 优美介里藻 *Gayliella flaccidum* (Kuetz.) T.O. Cho et L.
 Melvor ☆∇
 尖顶珊瑚形藻 *Corallophila apiculatum* (Yam.) Norris Δ∇
 纵皮珊瑚形藻 *C. huysmansii* (W.V.B.) Norris ∇
 短丝藻 *Crouania attenuata* (C.Ag.) J.Ag. ∇
 顶抱小珂达藻 *Gordoniella yonakuniensis* (Yamada et Tahaka)
 Itono ∇
 联结凋毛藻 *Griffithsia coacta* Okam. ∇
 环节凋毛藻 *G. metcalfi* Tseng ∇
 毡藻 *Haloplegma duperreyi* Mont. Δ∇
 多孢毡藻 *H. polyspora* C.F. Chang et B.M. Xia Δ∇
 篮子藻 *Spyridia filamentosa* (Wulfen) Harvey Δ∇
 粗枝软毛藻 *Wrangelia tagoi* (Okam.) Okam. et Segawa
 Δ☆∇
 锥状软毛藻 *W. tanegana* Harv. ∇
- 绒线藻科 Dasyaceae
 柔毛绒线藻 *Dasya mollis* Harvey ∇
 拟绒线藻 *Dasyopsis pilosa* (W.V.B.) Millar Δ
 棱藻 *Dictyurus purpurascens* Bory Δ∇
- 红叶藻科 Delesseriaceae
 渐狭下舌藻 *Hypoglossum attenuatum* Gardner Δ∇
 脆红网藻 *Martensia fragilis* Harv. ∇
 猩红斜网藻 *Vanvoorstia coccinea* Harvey ex J.Ag. ∇
 长柄雀冠藻 *Zellera tawallina* Martens Δ∇
- 松节藻科 Rhodomelaceae
 刺枝鱼栖苔 *Acanthophora spicifera* (Vahl) Boerg. Δ∇
 海人草 *Digenea simplex* (Wulfen) C.Ag. ○
 顶囊爬管藻 *Herposiphonia parca* Setch. ∇
 扩展软骨藻 *Chondria expansa* Okam. ∇
 匍匐软骨藻 *C. repens* Børg. ∇
 西沙软骨藻 *C. xishaensis* C.F. Chang et B.M.Xia ∇
 节枝软凹藻 *Chondrophycus articulata* (Tseng) Nam ∇
 轮枝软凹藻 *Ch. verticillata* (Zhang et Xia) Nam ∇

- 张氏软凹藻 *Ch. zhangii* Ding et Tseng nom illeg. ∇
 小瘤栅凹藻 *Palisada parvipapillata* (Tseng) Nam ∇△
 俯仰凹顶藻 *Laurencia decumbens* Kütz. ∇
 加氏凹顶藻 *L. galtsoffii* Howe ∇
 略大凹顶藻 *L. majuscula* (Harv.) Lucas △∇
 马岛凹顶藻 *L. mariannensis* Yamada ∇
 南海凹顶藻 *L. nanhaiense* Ding, Huang, Xia et Tseng △☆∇
 羽枝凹顶藻 *L. pinnata* Yamada ∇
 赛氏凹顶藻 *L. silvai* Zhang et Xia ∇
 柔弱凹顶藻 *L. tenera* Tseng ☆
 海蕨藻 *Leveillea jungermannioides* (Mart. et Her.) Harv. ☆∇△○
 棍棒内管藻 *Endosiphonia horrida* (C. Ag.) P. Silva △∇
 淡盐多管藻 *Polysiphonia subtilissima* Montagne ∇
 美网球枝藻 *Tolypocladia calodictyon* (Harv. ex Kuetz.)
 Silva ∇
 球枝藻 *T. glomerulata* (Ag.) Schmitz △☆∇○
- 褐藻门 Phaeophyta
 水云目 Ectocarpales
 水云科 Ectocarpaceae
 红线水云 *Ectocarpus rhodochortonoides* (Boerg.) Mueller et
 Parodi ∇
 不规则费氏藻 *Feldmania irregularis* (Kütz.) Hamel ∇
 拉尔费氏藻 *F. rallsiae* (Vickers) Wang et Luan ∇
 短节褐茸藻 *Hinckia breviararticulata* (J. Ag.) Silva ∇
 印度褐茸藻 *H. indica* (Sonder) J. Tanaka
 柱状褐茸藻 *H. mitchellae* (Harv.) Silva ∇
- 间囊藻科 Pilayellaceae
 安的巴克藻 *Bachelotia antillarum* (Grunow) Gerloff ∇
- 黑顶藻目 Sphacelariales
 黑顶藻科 Sphacelariaceae
 小黑顶藻 *Sphacelaria carolinensis* Trono ∇
 褐色黑顶藻 *S. fusca* (Hudson) S. Gray ∇
 肩裂黑顶藻 *S. novae-hollandiae* Sonder ∇
 颇硬黑顶藻 *S. rigidula* Kuetz. ∇
 三角黑顶藻 *S. tribuloides* Menegh. ∇
- 网地藻目 Dictyotales
 网地藻科 Dictyotaceae
 匍匐网翼藻 *Dictyopteris repens* (Okam.) Boerg. △∇
 鹿角网地藻 *Dictyota cervicornis* Kuetz. △∇
 网地藻 *D. dichotoma* (Huds.) Lamx. △
 叉开网地藻 *D. divaricata* Lamx ∇
 脆弱网地藻 *D. friabilis* Setchell ☆∇△
 刺叉网地藻 *D. patens* J. Ag ∇
 匍扇藻 *Lobophora variegata* (Lamx.) Womersley ☆∇△○
 南方团扇藻 *Padina australis* Hauck ∇
 包氏团扇藻 *P. boryana* Thivy ∇
- 日本团扇藻 *P. jonesii* Tsuda ∇
 小团扇藻 *P. minor* Yamada ∇
 四迭团扇藻 *P. tetrastromatica* Hauck ○
 西沙团扇藻 *P. xishaensis* Tseng et Lu ∇
 棕叶藻 *Styopodium zonale* (Lamx.) Papenfuss ∇
- 萱藻目 Scytyosiphonales
 毛孢藻科 Chnoosporaceae
 毛孢藻 *Chnoospora implexa* J. Ag. ∇
 萱藻科 Scytyosiphonaceae
 囊藻 *Colpomenia sinuosa* (Mertens ex Roth) Derbes et Solier ∇
 网膜藻 *Hydroclathrus clathratus* (C. Ag.) Howe ∇
 细弱网膜藻 *H. tenuis* Tseng et Lu ∇
- 墨角藻目 Fucales
 囊链藻科 Cystoseiraceae
 楔形叶囊藻 *Hormophysa cuneiformis* (Gmelin) Silva △∇○
 马尾藻科 Sargassaceae
 棒托马尾藻 *Sargassum baccularia* (Mert.) C. Ag. ∇
 巴林加萨马尾藻 *S. balingasayense* Trono △
 半月礁马尾藻 *S. banyuejiaoense* Tseng et Lu △
 中肋马尾藻 *S. costatum* Tseng et Lu △
 厚叶马尾藻 *S. crassifolium* J. Ag. △∇
 密囊马尾藻 *S. densicystum* Tseng et Lu △
 重缘叶马尾藻 *S. duplicatum* J. Ag. △∇
 凹顶马尾藻 *S. emarginatum* Tseng et Lu ∇
 粉叶马尾藻 *S. glaucescens* J. Ag. ∇
 细弱马尾藻 *S. gracillimum* Reinbold △
 皇路马尾藻 *S. huangluense* Tseng et Lu △
 冬青叶马尾藻 *S. ilicifolium* (Turn.) Ag. △∇
 拟全缘马尾藻 *S. integrifolioides* Tseng et Lu △
 弱枝马尾藻 *S. kuetzingii* Setch. ∇
 长囊马尾藻 *S. longivesiculosum* Tseng et Lu △
 南沙马尾藻 *S. nanshaense* Tseng et Lu △
 小囊马尾藻 *S. parvivesiculosum* Tseng et Lu ∇
 小叶马尾藻 *S. parvifolium* (Turn) C. Ag. △
 叶囊马尾藻 *S. phyllocystum* Tseng et Lu ∇
 匍枝马尾藻 *S. polycystum* Ag. △∇
 荚托马尾藻 *S. siliquosum* J. Ag. △
 粗糙马尾藻 *S. squarrosum* Greville △
 纤细马尾藻 *S. subtilissimum* Tseng et Lu ∇
 斯氏马尾藻 *S. swartzii* (Turn.) C. Ag. △
 陀螺叶马尾藻 *S. turbinatifolium* Tseng et Lu ∇
 王氏马尾藻 *S. wangii* Tseng et Lu △
 西沙马尾藻 *S. xishaense* Tseng et Lu ∇
 永兴马尾藻 *S. yongxingense* Tseng et Lu ∇
 拟小叶喇叭藻 *Turbinaria conoides* (J. Ag.) Kutz. △∇
 喇叭藻 *T. ornata* (Turner) J. Ag. △∇☆○

小叶喇叭藻 *T. parvifolia* Tseng et Lu ▽

绿藻门 Chlorophyta

石莼目 Ulvales

石莼科 Ulvaceae

十字浒苔 *Enteromorpha cruciata* Collins ▽

网石莼 *Ulva reticulata* Forssk. ○

网毛藻目 Cladophorales

肋叶藻科 Anadyomenaceae

肋叶藻 *Anadyomene wrightii* Harvey in Gray ▽

小网藻 *Microdictyon japonicum* Setch. ▽

粗糙小网藻 *M. okamurae* Sethc. Δ▽

假附小网藻 *M. pseudohapteron* A. et E.S.Gepp ▽

刚毛藻科 Cladophoraceae

密枝刚毛藻 *Cladophora boodleoides* Boerg. ▽

链状刚毛藻 *C. catenata* (Linnaeus) Kuetzing ▽

钩枝刚毛藻 *C. cymopoliae* Boerg. ▽

具刺刚毛藻 *C. echinus* (Bias.) Kuetz. ▽

曲刚毛藻 *C. flexuosa* (Mull.) Harv. ▽

扩展刚毛藻 *C. patentiramea* (Mont.) Kuetz. ▽

孟买刚毛藻 *C. saracenicica* Boerg. ▽

长节刚毛藻 *C. saviniana* Boerg. ▽

雪代刚毛藻 *C. sibogae* Reinbold ☆▽

聚团刚毛藻 *C. socialis* Kuetz. ▽

管枝藻目 Siphonocladales

布多藻科 Boodleaceae

布多藻 *Boodlea composita* (Harv.) Brand ▽Δ☆

网叶布多藻 *B. struveoides* Howe ▽

端根布多藻 *B. vanbosseae* Reinbold ▽

网结叶网藻 *Phyllocladon anastomosans* (Harv.) Kraft et Wynne ☆▽

中间叶网藻 *P. intermedia* (C.F. Chang et E.Z. Xia) Kraft et Wynne ▽

扩展拟刚毛藻 *Cladophoropsis herpestica* (Mont.) Howe ▽

棉枝拟刚毛藻 *C. vaucheriaeformis* (Areschoug) Papenfuss ▽

管枝藻科 Siphonocladaceae

香蕉菜 *Boergesenia forbesii* (Harv.) Feldm. ▽

西沙管枝藻 *Siphonocladus xishaensis* C.F. Chang et B.M. Xia ▽

网球藻 *Dictyosphaeria cavernosa* (Forssk.) Boerg. ▽

腔刺网球藻 *D. spinifera* Tseng et C.F. Chang ▽

实刺网球藻 *D. versluisii* W.V.B. Δ▽

法囊藻科 Valoniaceae

法囊藻 *Valonia aegagropila* C.Ag. Δ▽

囊状法囊藻 *V. utricularia* (Roth) C.Ag. Δ▽

指枝藻 *Valoniopsis pachynema* (Mart.) Børg. ▽

球囊藻 *Ventricaria ventricosa* (J.Ag.) Olsen et West Δ▽

松藻目 Codiales

松藻科 Codiaceae

阿拉伯松藻 *Codium arabicum* Kütz. Δ▽

杰氏松藻 *C. flabellatum* Silva et Nizamuddin Δ▽

卵形松藻 *C. ovale* Zanardini ▽

平卧松藻 *C. repens* Crouan ▽

太坦松藻 *C. taitense* Setchell ▽

羽藻目 Bryopsidales

羽藻科 Bryopsidaceae

偏列羽藻 *Bryopsis harveyana* J.Ag. ▽

蕨藻目 Caulerpaes

钙扇藻科 Udoteaceae

银白钙扇藻泡沫状变种 *Udotea argentea* Zanardini var. *spumosa* A. et E.S. Gepp Δ

钙扇藻 *U. flabellum* (Eil. et Sol.) Howe Δ

脆叶钙扇藻 *U. fragilifolia* Tseng et Dong ▽

小钙扇藻 *U. javensis* (Mont.) A. et E.S.Gepp ▽

肾形钙扇藻 *U. reniformis* Tseng et Dong ▽

韧皮钙扇藻 *U. tenax* Tseng et Dong ▽

薄叶钙扇藻 *U. tenuifolia* Tseng et Dong ▽

茸毛钙扇藻 *U. velutina* Tseng et Dong ▽

西沙钙扇藻 *U. xishaensis* Tseng et Dong ▽

中华绿毛藻 *Chlorodesmis sinensis* Tseng et Dong ▽

簇囊缢丝藻 *Boodleopsis aggregata* Tseng et Dong ▽

瘤枝藻 *Tydemania expeditionis* W.V.B. Δ☆▽

拟扇藻科 Rhipiliaceae

刺茎拟扇藻 *Rhipiliopsis echinocaulos* (Cribb) Farghaly ▽

育枝拟扇藻 *R. prolifera* Tseng et Dong ▽

仙人掌藻科 Halimedaceae

圆柱状仙人掌藻 *Halimeda cylindracea* Decaisne Δ

盘状仙人掌藻 *H. discoidea* Decaisne Δ▽

巨节仙人掌藻 *H. gigas* Taylor Δ

厚节仙人掌藻 *H. incrassata* (Ellis) Lamx. ▽

大叶仙人掌藻 *H. macroloba* Decaisne ☆▽

密岛仙人掌藻 *H. micronesica* Yamada Δ☆▽

仙人掌藻 *H. opuntia* (Linn.) Lamx. Δ☆▽○

相仿仙人掌藻 *H. simulans* Howe Δ

带状仙人掌藻 *H. taenicola* Taylor Δ▽

未氏仙人掌藻 *H. velasquezii* Taylor Δ▽

西沙仙人掌藻 *H. xishaensis* Tseng et Dong ▽

蕨藻目 Caulerpaes

蕨藻科 Caulerpaceae

锯叶蕨藻 *Caulerpa brachypus* Harv. Δ☆▽

柏叶蕨藻 *C. cupressoides* (Vahl.) C.Ag. Δ▽

柏叶蕨藻扇形变种 *C. cupressoides* (Vahl.) C.Ag. var. *flabellata* Boergesen Δ

墨西哥蕨藻 *C. mexicana* (Sonder) J. Ag. Δ
 钱币蕨藻 *C. nummularia* (Harv.) Rke. Δ▽
 育枝蕨藻 *C. prolifera* (Forssk.) Lamx. Δ
 总状蕨藻 *C. racemosa* (Forssk.) J. Ag. Δ▽○
 总状蕨藻大叶变种 *C. racemosa* (Forssk.) J. Ag. var.
macrophysa (Sonder ex Kuetzing) Taylor Δ
 总状蕨藻盾叶变种 *C. racemosa* (Forssk.) J. Ag. var. *peltata*
 (Lamx.) Eubank Δ▽
 齿形蕨藻 *C. serrulata* (Forssk.) J. Ag. Δ▽
 齿形蕨藻宝力变种西方变型 *C. serrulata* (Forssk.) J. Ag. var.
boryana (J. Ag.) Gilbert f. *occidentalis* (W. V. B.) Yamada et
 Tanaka Δ
 齿形蕨藻宽叶变型 *C. serrulata* (Forssk.) J. Ag. f. *lata*
 (W. V. B.) Tseng Δ
 棒叶蕨藻 *C. sertularioides* (Gmel.) Howe ▽
 杉叶蕨藻 *C. taxifolia* (Vahl.) C. Ag. Δ▽
 乌氏里蕨藻 *C. urvilliana* Mont. Δ

轮生蕨藻 *C. verticillata* J. Ag. Δ
 绒毛蕨藻 *C. webbiana* Mont. Δ▽
 叉管藻科 Dichotomosiphonaceae
 群栖绒扇藻 *Avrainvillea amadelpa* (Mont.) A. et E. S. Gepp ▽
 和氏绒扇藻 *A. hollenbergii* Trono ▽
 裂片绒扇藻 *A. lacerata* Harv. ex J. Ag. Δ▽
 西沙绒扇藻 *A. xishaensis* Tseng Dong et Lu ▽
 绒枝藻目 Dasycladales
 绒枝藻科 Dasycladaceae
 轴球藻 *Bornetella nitida* Sonder Δ▽
 环蠕藻 *Neomeris annulata* Dickie ▽☆
 双边蠕藻 *N. bilimbata* Koster Δ☆▽
 范氏蠕藻 *N. vanboseae* Howe Δ☆
 多枝藻科 Polyphysaceae
 伞藻 *Acetabularia caliculus* Lamx. ▽
 小伞藻 *A. parvula* Solmes-Laubach ▽
 曾氏伞藻 *A. tsengiana* Egerod ▽

3 三沙市南海诸岛底栖海藻区系的分析

本文对三沙市南海诸岛底栖海藻区系的分析着重于通过组成种类的地理分布和邻近区系之间的相互比较, 即地理学方法来进行分析。

3.1 三沙市南海诸岛底栖海藻区系与北太平洋西部各基本海藻区系的比较

三沙市南海诸岛底栖海藻区系与北太平洋西部各基本海藻区系的相同种, 见表 1。

从表 1 中可以看出, 在北太平洋西部的 16 个基本海藻区系中, 以寒带性或主要是寒带性的白令海西部、鄂霍次克海东南部和北部等三个海藻区系与三沙市南海诸岛产的底栖海藻的相同数量最少。在这为数极少的几个相同种中, *Hydrolithon farinosum*, *Sphaecelaria rigidula*, *Colpomenia sinuosa* 和 *Cladophora flexuosa* 等几乎都是广温性种, 它们不仅在北太平洋西部分布至如此寒冷的海区, 而且有的种在大西洋向北延伸至北纬 50°以北, 有的种还进入北极圈。然而, 我们对有的种的鉴定有所怀疑, 如 *Centroceras clavulatum*, 这一种从地理分布观点来看是不易发生于寒带性较强的鄂霍次克海北部的。

在北太平洋西部的日本海东北部、西南部、黄海东部、西部和东海西部等温带性或温带性为主的几个海藻区系与三沙市南海诸岛产的底栖海藻的相同种数也不多, 如 *Hypnea cervicornis*, *Champia parvula*, *Ceramium japonicum*, *Spyridia filamentosa*, *Chondria*

expansa, *Laurencia pinnata*, *Hincksia mitchellae*, *Dityota dichotoma*, *Callithamnion corymbosum*, 这些种类大多属于亚热带性种, 它们随着黑潮暖流或其支流—对马暖流, 向北延伸至北纬 40°或更北一点的地方, 其中蓝子菜在西北大西洋受湾流的影响, 同样也向北延至北纬 45°以北的地方。此外, 产于西沙群岛的绢丝藻在北大西洋东、西两岸则见于北纬 45°以北的地方。

从表 1 可以看出, 北太平洋西部各基本海藻区系与三沙市南海诸岛海藻区系相同种数较多的是以亚热带性质为主的日本太平洋岸南部、日本海东南部和南海北部三个海藻区系。在相同种中, 大都为亚热带性或属于热带性的北延伸种。

从表 1 还可以看出, 北太平洋西部各基本海藻区系与三沙市南海诸岛海藻区系海藻相同种数最多的是热带性质的南海南部海藻区系, 共 155 种, 占南海诸岛海藻总数的 53%, 其次是以热带性质为主的东海东部海藻区系, 相同种数为 151 种, 占南海诸岛海藻总数的 52%。在这些相同种中, 一般都属于热带、亚热带种。一些典型的热带属, 如粉枝藻属 *Liagora*, 麒麟菜属 *Eucheuma*, 毡藻属 *Haloplegma*, 雀冠藻属 *Zellera*, 红网藻属 *Martensia*, 棱藻属 *Dictyurus*, 网膜藻属 *Hydroclathrus*, 法囊藻属 *Valonia*, 瘤枝藻属 *Tydemanina*, 钙扇藻属 *Udotea*, 仙掌藻属 *Halimeda*, 轴球藻属 *Bornetella* 和蠕藻属 *Neomeris* 等都见于南海诸岛, 这就较明确地显示出三沙市南海诸岛海藻区系的热带性的温度性质。

3.2 三沙市南海诸岛底栖海藻区系的地理成分

从表 2 中可以看出我国三沙市南海诸岛底栖海藻区系按其分布区的不同, 可区分为以下五个不同成分:

(1) 广布种, 指分布于印度洋、太平洋和大西洋的种。按其分布区的不同, 又可区分为以下两种成分:

a. 宽温种: *Hydrolithon farinosum*, *Champia parvula*, *Hincksia mithellae*, *Feldmania irregularis*, *Sphacelaria rigidula*, *Colpomenia sinuosa*, *Spyridia filamentosa* 和 *Centroceras clavulatum* 共 8 种。这些种类适温能力较强, 不仅分布于印度洋、太平洋和大西洋的热带、亚热带地区, 而且大多数又都向北延伸至北纬 45° 以北或更北的海区。

b. 环热带、亚热带种: 即分布印度洋、太平洋和大西洋东西两岸的热带、亚热带海域的种, 有: *Galaxaura divaricata*, *Ganonema farinosa*, *Asparagopsis taxiformis*, *Wurdemannia miniata*, *Gelidiopsis intricata*, *Anotrichium tenue*, *Ceramium diaphanum*, *Gayliella flaccidum*, *Crouania attenuata*, *Wrangelia tanegana*, *Polysiphonia subtilissima*, *Asteronema rhodochortonoides*, *Hincksia breviararticulata*, *Sphacelaria novae-hollandiae*, *Sphacelaria tribuloides*, *Lobophora variegata*, *Hydroclathrus clathratus* 和 *Hypnea cervicornis* 共 18 种。这些种类其分布区同上面的宽温种, 但一般只局限热带、亚热带海域, 向北延伸不超过北纬 32°, 少数虽能延伸更北一些, 但也不超过北纬 40°。

(2) 太平洋、大西洋种。根据其分布区的不同, 可归纳为以下五个类型:

a. 分布于西太平洋和大西洋的种有 1 种, 为 *Callithamnion corymbosum*, 本种见于琉球群岛, 在大西洋的分布则向北延伸至加拿大和英国。

b. 分布于西太平洋和西大西洋的种有 *Hydrolithon boergesenii*, *Cladophora catenata*, *Caulerpa cupressoides* var. *flabellata*, *Caulerpa prolifera* 和 *Caulerpa serrulata* var. *boryana* f. *occidentalis* 共 5 种。

c. 分布于太平洋和东大西洋的种有 *Galaxaura filamentosa*, *Ceramium aduncum* 和 *Cladophora boodleoides* 共 3 种。

d. 分布于太平洋和西大西洋的种有 1 种 *Galaxaura rugosa*。

e. 分布于西太平洋和东大西洋种也只有 1 种 *Cladophora cymopoliae*。

(3) 印度洋、太平洋、大西洋种。根据其分布区的不同又分为以下四个类型:

a. 分布于印度洋、西太平洋和西大西洋的种有 *Liagora pinnata*, *Jania rubens*, *Mesophyllum mesomorphum*, *Hypnea spinella*, *Peyssonnelia conchicola*, *Ceramium tenerimum*, *Botryocladia pyriformis*, *Haloplegma duperreyi*, *Bachelotia antillarum*, *Dictyota cervicornis*, *Dictyota dichotoma*, *Styopodium zonale*, *Cladophora flexuosa*, *Boodlea struveoides*, *Valonia aegagropila*, *Ventricaria ventricosa*, *Dictyosphaeria cavernosa*, *Codium repens*, *Udotea flabellum*, *Halimeda incrassata*, *Halimeda simulans*, *Caulerpa cupressoides*,

表 2 三沙市南海诸岛底栖海藻区系的地理成分统计表

Tab.2 Geographical composition of the benthic algae recorded in Sansha City, South China Sea

地理成分		种数		占总数的百分比(%)	
1. 广布种	a. 宽温种	8	26	2.8	9.0
	b. 环热带、亚热带种	18		6.2	
2. 太平洋、大西洋种	a. 西太平洋和大西洋种	1	11	0.3	3.8
	b. 西太平洋和西大西洋种	5		1.7	
	c. 太平洋和东大西洋种	3		1	
	d. 太平洋和西大西洋种	1		0.3	
	e. 西太平洋和东大西洋种	1		0.3	
3. 印度洋、太平洋、大西洋种	a. 印度洋、西太平洋和西大西洋种	28	55	9.7	19.0
	b. 印度洋、太平洋两岸和西大西洋种	20		6.9	
	c. 印度洋、西太平洋和大西洋种	6		2.1	
	d. 印度洋、西太平洋和东大西洋种	1		0.3	
4. 印度洋、太平洋种	a. 印度洋和太平洋两岸种	22	103	7.6	35.5
	b. 印度洋和西太平洋种	81		27.9	
5. 太平洋种	a. 北太平洋东西两岸种	6	95	2	32.8
	b. 只分布于北太平洋西部种 (包括太平洋岛屿和澳大利亚)	89		30.7	

Caulerpa Mexicana, *Caulerpa racemosa* var. *macrophysa*, *Caulerpa serrulata*, *Caulerpa serrulata* f. *lata*, *Caulerpa taxifolia*, *Caulerpa verticillata* 共 28 种。从表 2 中可以看出本组的有些种类在北太平洋西部随对马暖流侵入日本海西南部及东南部, 另一些种只产于南海南部和琉球群岛或随黑潮暖流北上至日本太平洋岸南部, 在北大西洋西部分布至百慕大群岛、加勒比海或南伸至巴西。这组中的刚毛藻在北太平洋西部最北分界为鄂霍次克海北部, 而且是不连续分布, 我们对此种的鉴定持怀疑态度。

b. 分布于印度洋、太平洋两岸和西大西洋的种有 *Tricleocarpa cylindrica*, *T. fragilis*, *Amphiroa fragilissima*, *Jania adhaerens*, *J. capillacea*, *J. radiata*, *Geli-diella acerosa*, *Dasya mollisi*, *Acanthophora spicifera*, *Dictyota divaricata*, *Boodlea composite*, *Phyllocladon anastomosans*, *Dictyosphaeria versluysii*, *Valoniopsis pachynema*, *Caulerpa racemosa*, *C. sertularioides*, *Halimea discoidea*, *H. opuntia*, *Neomeris annulata* 和 *Acetabularia caliculus* 共 20 种。这些种在东太平洋的分布区为厄瓜多尔、墨西哥至加利福尼亚半岛之间, 在西太平洋分布, 有的种自我国海南岛、台湾、越南、菲律宾、印尼至日本琉球群岛、日本太平洋岸南部、日本海西南部或东南部; 在西大西洋西岸多分布在佛罗里达、巴哈马、加勒比海、百慕大群岛等地。

c. 分布于印度洋、西太平洋和大西洋种有 *Valonia utricularia*, *Caulerpa racemosa* var. *peltata*, *C. webbiana*, *Ceramium comptum*, *Meristotheca papulosa* 和 *Coelothrix irregularis* 共 6 种。

d. 分布于印度洋、西太平洋和东大西洋种有 1 种 *Cladophora echinus*。

(4) 印度洋、太平洋种。按其分布区的不同, 可以区分为以下两种成分:

a. 分布于印度洋和太平洋的种有 *Hydrolithon onkodes*, *H. reinboldii*, *Amphiroa foliacea*, *Mastophora pacifica*, *Neogoniolithon trichotomum*, *Hypnea pannosa*, *H. valentiae*, *Peyssonnelia dubyi*, *Botryocladia skottsbergii*, *Antithamnion iherminieri*, *Ceramium affine*, *C. camouii*, *C. mazatlanense*, *C. serpens*, *Hypoglossum attenuatum*, *Chondria repens*, *Dictyota friabilis*, *Chno-ospira implexa*, *Microdictyon japonicum*, *Cladophora sibogae*, *Neomers vanbooseae*, *Acetabularia parvula* 共 22 种。这些种都分布在太平洋的东西两岸及印度洋。在东太平洋的分布区为厄瓜多尔至加利福尼亚半岛之间, 在西太平洋有 16 种为越南、菲律宾、印尼至日

本琉球群岛, 2 种进入日本海东南部, 2 种北侵至日本海西南部, 还有 2 种只分布在太平洋中部岛屿。

b. 分布于印度洋和西太平洋的种有 *Actinotrichia fragilis*, *Lithophyllum okamurae*, *Neogoniolithon brassica-florida*, *N. megalocystum*, *Halymenia dilatata*, *Peyssonnelia orientalism*, *Portieria hornemanni*, *Eucheuma arnoldii*, *E. denticulatum*, *Kappaphycus cottonii*, *K. striatum*, *Betaphycus gelatinae*, *Gracilaria arcuata*, *Ceratodictyon spongiosum*, *Coelarthrum boergesenii*, *Erythrocolon podagricum*, *Corallophila apiculatum*, *C. huysmansii*, *Gordoniella yonakuniensis*, *Griffithsia metcalfii*, *Dasya pilosa*, *Dictyurus purpurascens*, *Martensia fragilis*, *Vanvoorstia coccinea*, *Digenea simplex*, *Herposiphonia parca*, *Chondrophyeus articulate*, *Palisada parvipapillata*, *Laurencia decumbens*, *L. majuscula*, *L. tenera*, *leveillea jungermanniodes*, *Endosiphonia horrida*, *Tolypiocladia glomerulata*, *Hinckia indica*, *Sphacelaria fusca*, *Dictyopteris repens*, *Dictyota patens*, *Padina australis*, *P. boryana*, *P. minor*, *P. tetrastromatica*, *Hormophysa cuneiformis*, *Sargassum baccularia*, *S. crassifolium*, *S. duplicatum*, *S. glaucescens*, *S. ilicifolium*, *S. polycystum*, *S. siliquosum*, *S. squarrosus*, *S. swartzii*, *Turbinaria conoides*, *T. ornate*, *Ulva reticulata*, *Anadyomene wrightii*, *Microdictyon pseudohapteron*, *Cladophora patentiramea*, *C. saracenic*, *C. saviniana*, *C. socialis*, *Boodlea vanbosseae*, *Cladophoropsis herpestica*, *Boergesenia forbesii*, *Codium arabicum*, *C. flabellatum*, *C. ovale*, *C. taitense*, *Udotea javensis*, *Tydemania expeditionis*, *Halimeda cylindracea*, *H. macroloba*, *H. micronesica*, *H. taenicola*, *H. velasquezii*, *Caulerpa brachypus*, *C. nummularia*, *C. urvilliana*, *Avrainvillea amadelpa*, *A. lacerata*, *Bornetella nitida* 共 81 种。在这些种中, 有 17 种只产于南海南部, 23 种兼产于日本琉球群岛, 12 种北伸至日本太平洋岸南部, 6 种侵入日本海东南部, 10 种北伸至日本西南部, 这些种显然都是受北上的黑潮暖流及其支流—对马暖流的影响所致, 这一带有较强大的对马暖流经过, 水温自北向南逐渐增高。

(5) 太平洋种。按其分布区的不同, 又可区分为以下两种:

a. 分布于北太平洋东、西两岸的种有 *Galaxaura divaricata*, *Ganonema pinnatiramosa*, *Pneophyllum coicum*, *Ceramium hamatispinum*, *C. koronensis*, *C. seriosporum*。这些种在东太平洋的分布区, 其北界不

超过北纬 30°, 南界一般在北纬 10°左右, 最南可达赤道附近的厄瓜多尔; 在西太平洋的分布区多见于南海南区, 2种北伸至日本琉球群岛, 其中 1种还延伸至日本海东南部。

b. 分布局限于北太平洋西部的种有 *Liagora filiformis*, *L. izziella*, *L. setchellii*, *L. sinensis*, *Trichogloeopsis divaricata*, *T. hawaiiiana*, *T. pinnata*, *T. xishaensis*, *Mastophora rosea*, *Neogoniolithon variabile*, *Tenaciphyllum xishaensis*, *Cryptonemia parca*, *Ramicrosta nanhaiensis*, *Trematocarpus pygmaeus*, *Euchemma xishaensis*, *Gracilaria edulis*, *G. euchemmoides*, *Gastroclonium xishaensis*, *Chrysomenia okamurai*, *Faucheia xishaensis*, *Cryptarachne reticulate*, *Meristiella florigera*, *Ceramium minutum*, *C. japonicum*, *C. vagabunde*, *Griffithsia coacta*, *Haloplegma polyspora*, *Wrangelia tagoi*, *Zellera tawallina*, *Chondria expansa*, *C. xishaensis*, *Chondrophyucus verticillata*, *Ch. Zhangii*, *Laurencia galtsoffii*, *L. mariannensis*, *L. nanhaiensis*, *L. pinnata*, *L. silvai*, *Tolypocladia calodictyon*, *Feldmania rallsiae*, *Sphacelaria carolinensis*, *Padina jonesii*, *P. xishaensis*, *Hydroclathrus tenuis*, *Sargassum balingasayense*, *S. banyuejiaoense*, *S. costatum*, *S. densicystum*, *S. emarginatum*, *S. gracillimum*, *S. huangluense*, *S. integrifolioides*, *S. kuetzingii*, *S. longivesiculosum*, *S. nanshaense*, *S. parvifolium*, *S. parvivesiculosum*, *S. phyllocystum*, *S. subtilissimum*, *S. wangii*, *S. xishaense*, *S. turbinatifolium*, *S. yongxingense*, *Turbinaria parvifolia*, *Enteromorpha cruciata*, *Microdictyon okamurae*, *Phyllocladon intermedia*, *Cladophoropsis vaucheriaeformis*, *Siphonocladus xishaensis*, *Dictyosphaeria spinifera*, *Bryopsis harveyana*, *Udotea argentea*, *U. fragilifolia*, *U. reniformis*, *U. tenax*, *U. tenuifolia*, *U. velutina*, *U. xishaensis*, *Chlorodesmis sinensis*, *Boodleopsis aggregate*, *Rhipiliopsis echinocaulos*, *R. prolifera*, *Neomeris bilimbata*, *Halimeda gigas*, *H. xishaensis*, *Avrainvillea hollenbergii*, *A. xishaensis* 和 *Acetabularia tsengiana* 共 89 种。其中有该地区的 52 个新种, 西沙群岛 44 个, 南沙群岛 8 个。局限于南海南部的有 13 种, 包括过去只有太平洋中部岛屿的记录尚未见于北太平洋西部各基本海藻区系的 *Trichogloeopsis hawaiiiana*, *Laurencia galtsoffii*, *Ceramium vagabunde*, *Padina jonesii* 和 *Acetabularia tsengiana* 等 5 种; 向北分布至南海北部的 4 种; 分布至东海东部琉球群岛的 9 种; 北伸至日本中、南部的 11 种, 包括 1 种北界为日本北海道的奥尻岛、函馆和朝鲜东岸郁陵岛的 *Laurencia pinnata*。这些种的分布区尽管不同, 但其

分布途径相符, 即使分布至最北处的日本北海道西南处和朝鲜郁陵岛, 这些地方也都受到了对马暖流的末梢或小支流的影响。

4 结语

对三沙市南海诸岛海藻区系与北太平洋西部各邻近海藻区系的比较及其地理成分进行分析, 可以总结以下几点。

(1) 南海诸岛底栖海藻区系与北太平洋西部各基本海藻区系的比较结果, 海藻相同种数最多的是区系性质为热带性的南海海藻区系, 相同种数 155 种, 占南海诸岛海藻总数的 53%; 其次是以热带性质为主的东海海藻区系, 相同种数为 151 种, 占南海诸岛海藻总数的 52%, 在这些相同种中, 一般都属于热带、亚热带性种, 一些典型的热带属都能见于南海诸岛。那些以亚热带性质为主的日本太平洋南部、日本海东南部和南海北部等三个海藻区系与南海诸岛海藻区系的相同种数则较少, 分别为 101 种, 51 种和 71 种, 各占南海诸岛海藻总数的 35%、17.6%和 24%。以温带性质为主的日本海东北部、西南部、黄海东、西部和东海西部等海藻区系与南海诸岛海藻区系的相同种数少, 各占南海诸岛海藻总数的 5%、16.5%、5%、16.5%、12%, 在这为数不多的相同种中, 一般都是随着暖流向北分布的亚热带性种。北太平洋西部基本海藻区系中的寒带性质和亚寒带性质的白令海西部、鄂霍次克海的三个海藻区系和日本海西北部的海藻区系, 与南海诸岛海藻区系的相同种类则更少, 都不超过 8 种, 仅有的几个种也都属于广温性种。因此, 根据这一比较, 南海诸岛海藻区系的温度性质具有很明显的热带性。

(2) 南海诸岛海藻区系的地理成分是以北太平洋西部种成分为主, 共 89 种, 占南海诸岛海藻区系海藻总数的 31%, 其中固有的北太平洋西部种 37 种, 占南海诸岛海藻总数的 13%; 南海诸岛特有种(新种)计 52 个, 占南海诸岛海藻总数的 18%。后者的种数在一个海藻区系中的比例是相当高的, 应该指出的是我们正在研究中的种类还有一些新种新属, 实际上南海诸岛特有种的比例还要增加。当然, 今后随着藻类学家的不断研究, 这些特有种的分布也有可能扩大到邻近海区。然而, 就现有资料来分析, 这一事实说明了南海诸岛海藻区系在南海南部海藻区系中具有一定的独立性, 很可能这一地区是北太平洋西部海藻区系的发源地之一。

(3) 三沙市南海诸岛海藻区系与印度洋海藻区系有很多共同成分, 共有种数高达 184 种, 为南海诸岛海藻总数的 63%。这表明三沙市南海诸岛海藻区系

既与印度洋海藻区系的关系较密切,同时也反映了它存在着一定程度的特殊性。曾呈奎、张峻甫(1963)以及夏邦美(2013)都曾认为我国南海海藻区系应属于暖水性植物区系组,印度—西太平洋暖水性海藻区系,印—马亚区。这些结论在本文得到了进一步的证明。由于我国南海诸岛海藻区系的调查研究工作还在深入进行,区系全貌还不完全明了,但就目前资料来分析,南海诸岛将共同组成一个南海南部中的珊瑚群岛海藻区系。

参 考 文 献

- 王 颖, 2013. 中国海洋地理. 北京: 科学出版社, 316—329
- 王树渤, 栾日孝, 1990. 西沙群岛的水云科藻类. 辽宁师范大学学报(自然科学版), 1990(3): 55—59
- 王树渤, 王宏伟, 1994. 海南岛水云科藻类的新记录. 辽宁师范大学学报(自然科学版), 17(1): 63—68
- 王永强, 夏邦美, 1998. 南沙群岛海区红藻的研究. 南沙群岛及其邻近海区海洋生物分类区系和生物地理学研究. 北京: 海洋出版社, 35—41
- 匡 梅, 曾呈奎, 夏邦美, 1999. 中国麒麟菜族的分类研究. 海洋科学集刊, 41: 168—189
- 朱浩然, 刘雪娟, 1980. 西沙群岛刚毛藻科海藻研究. 海洋科学集刊, 17: 11—18
- 吴向春, 陆保仁, 曾呈奎, 1998. 南沙群岛蕨藻属(*Caulerpa*)的研究. 南沙群岛及其邻近海区海洋生物分类区系和生物地理学研究. 北京: 海洋出版社, 19—34
- 张峻甫, 夏邦美, 1976. 中国江蓠属海藻的分类研究. 海洋科学集刊, 11: 91—166
- 张峻甫, 夏邦美, 1978a. 我国西沙群岛腹枝藻属一新种. 海洋与湖沼, 9(2): 109—214
- 张峻甫, 夏邦美, 1978b. 西沙群岛红藻的研究. 海洋科学集刊, 12: 25—38
- 张峻甫, 夏邦美, 1979. 西沙群岛红藻的研究. 海洋科学集刊 15: 21—46
- 张峻甫, 夏邦美, 1980a. 西沙群岛凹顶藻属两新种. 海洋与湖沼, 11(3): 267—274
- 张峻甫, 夏邦美, 1980b. 西沙群岛红藻研究. 海洋科学集刊, 17: 49—68
- 张峻甫, 夏邦美, 1983. 西沙群岛红藻的研究. 海洋科学集刊, 20: 123—140
- 张峻甫, 夏邦美, 1985. 西沙群岛凹顶藻属的分类研究. 海洋科学集刊, 24: 51—67
- 张峻甫, 夏恩湛, 夏邦美, 1975. 西沙群岛管枝藻目的分类研究. 海洋科学集刊, 10: 20—60
- 张德瑞, 周锦华, 1978. 西沙群岛珊瑚藻科的研究. 海洋科学集刊, 12: 17—26
- 张德瑞, 周锦华, 1980a. 西沙群岛珊瑚藻科的研究. 海洋科学集刊, 17: 71—76
- 张德瑞, 周锦华, 1980b. 西沙群岛珊瑚藻科的研究. 海洋与湖沼, 11(4): 351—357
- 张德瑞, 周锦华, 1981. 耳壳藻科一新属-枝壳藻属. 海洋与湖沼, 12(6): 538—544
- 张德瑞, 周锦华, 1985. 西沙群岛珊瑚藻科的研究. 海洋科学集刊, 24: 39—49
- 陆保仁, 曾呈奎, 1980. 西沙群岛褐藻研究. 海洋科学集刊, 17: 21—35
- 陆保仁, 曾呈奎, 1985. 西沙群岛网地藻科的研究. 海洋科学集刊, 24: 69—82
- 陆保仁, 曾呈奎, 董美龄等, 1991. 南沙群岛海区褐藻和绿藻的研究. 南沙群岛及其邻近海区海洋生物分类区系与生物地理研究. 北京: 海洋出版社, 1—14
- 周锦华, 张德瑞, 1985. 西沙群岛珊瑚藻科的研究. 海洋科学集刊, 24: 39—46
- 周锦华, 张德瑞, 1991. 南沙群岛海区珊瑚藻科的研究. 南沙群岛及其邻近海区海洋生物分类区系与生物地理研究. 北京: 海洋出版社, 15—19
- 郑柏林(主编), 2001. 中国海藻志(第二卷 第六册). 北京: 科学出版社, 1—159
- 郑柏林, 1980. 西沙群岛仙菜科海藻研究. 海洋科学集刊, 17: 37—44
- 夏邦美(主编), 1999. 中国海藻志(第二卷 第五册). 北京: 科学出版社, 6—201
- 夏邦美(主编), 2004. 中国海藻志(第二卷 第三册). 北京: 科学出版社, 21—2031
- 夏邦美(主编), 2011. 中国海藻志(第二卷 第七册). 北京: 科学出版社, 21—212
- 夏邦美(主编), 2013. 中国海藻志(第二卷 第四册). 北京: 科学出版社, 19—147
- 夏邦美, 王永强, 2000. 中国新发现的几种红藻. 植物分类学报, 38(1): 77—85
- 夏恩湛, 夏邦美, 1991. 南沙群岛海区红藻的研究. 南沙群岛及其邻近海区海洋生物分类区系与生物地理研究. 北京: 海洋出版社, 20—24
- 栾日孝, 栾淑君, 1995. 中国水云科新资料. 植物分类学报, 33(5): 506—515
- 蒋福康, 1982. 黄岩岛海藻的研究. 南海海区综合调查研究报告. 北京: 科学出版社, 279—292
- 蒋福康, 1989. 黄岩岛海藻的研究补充. 热带海洋, 8(1): 95—96
- 曾呈奎(主编), 2005. 中国海藻志(第二卷 第二册). 北京: 科学出版社, XXIII, 180
- 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, 1962. 中国网球藻属的分类研究. 植物学报, 10(2): 120—134
- 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, 陆保仁, 1978. 西沙群岛马尾藻科研究. 海洋科学集刊, 12: 1—11
- 曾呈奎, 陆保仁, 1979. 西沙群岛马尾藻科的研究. 海洋科学集刊, 15: 1—12

- 曾呈奎, 陆保仁, 2000. 墨角藻目. 中国海藻志(第三卷 第二册). 北京: 科学出版社, xi, 238
- 曾呈奎, 陆保仁, 丁兰平, 1998. 南沙群岛马尾藻属非叶托混生组的研究. 南沙群岛及其邻近海区海洋生物分类区系和生物地理研究. 北京: 海洋出版社, 1—15
- 曾呈奎, 陆保仁, 吴向春, 1996. 南沙群岛马尾藻属叶托混生组的研究. 南沙群岛及其邻近海区海洋生物分类区系与生物地理研究. 北京: 海洋出版社, 1—16
- 曾呈奎, 董美龄, 1975. 西沙群岛钙扇藻属的几个新种. 海洋科学集刊, 10: 1—19
- 曾呈奎, 董美龄, 1978. 西沙群岛海产绿藻的研究. 海洋科学集刊, 12: 41—50
- 曾呈奎, 董美龄, 1980. 西沙群岛海产绿藻研究. 海洋科学集刊, 17: 1—9
- 曾呈奎, 董美龄, 1983. 西沙群岛海产绿藻的研究. 海洋科学集刊, 20: 109—122
- 曾呈奎, 董美龄, 陆保仁, 2004. 中国绒扇藻属(钙扇藻科 Udoteaceae, 绿藻门 Chlorophyta)的新种和新纪录. 海洋科学集刊, 46: 172—180
- 樊恭炬, 1963. 中国管枝藻目植物地理分布的研究. 海洋与湖沼, 5(2): 165—171
- 樊恭炬, 王永川, 1974. 西沙群岛海藻的研究. 殖丝藻属. 西沙群岛海区综合调查初步报告. 广州: 广东省科学技术出版社, 37—40
- 樊恭炬, 王永川, 李伟新等, 1974. 西沙群岛海藻的研究. 海索面科(红藻门)的一些新种及新纪录. 西沙群岛海区综合调查初步报告. 广州: 广东省科学技术出版社, 41—44
- 樊恭炬, 王永川, 潘国瑛等, 1974. 西沙群岛海藻的研究. 西沙群岛海区综合调查初步报告. 广州: 广东省科学技术出版社, 45—52
- Dong M L, Tseng C K, 1983. Studies on the Geppella (Chlorophyta) of Xisha Islands, South China Sea. Chinese Journal of Oceanology and limnology, 1(2): 190—196
- Tseng C K, (ed.) 1983. Common seaweeds of China. Science Press, Beijing, China: 316
- Tseng C K, 1936. On marine algae new to China. Bulletin of the Fan Memorial Institute of Biology (Botany), 7(5): 169—196
- Tseng C K, 1937. On marine algae new to China, Bull. Fan Mem Inst Biol (Botany), 7(6): 231—255
- Tseng C K, Lu Baoren, 1983. Two new brown algae from the Xisha Islands, South China Sea. Chinese Journal of Oceanology and Limnology, 1(2): 185—188
- Wormersley H B S, 1959. The Marine Benthic flora of Southern Australia. The Botanical Review, 25(4): 556

THE BENTHIC ALGAL FLORA RECORDED IN SANSHA REGION, SOUTH CHINA SEA AND COMPARISON WITH THOSE OF RELATED AREAS

XIA Bang-Mei, WANG Guang-Ce, WANG Yong-Qiang
(Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao, 266071)

Abstract Sansha City was newly established on July 24, 2012 and administers the Xisha, Zhongsha, and Nansha islands and atolls in South China Sea. The city occupies a wide marine area, and is very rich in natural resources and diversified in biological species. Over the years, Chinese scientists have conducted many investigations in the region. With the records we collected, we summarized the materials and systematically analyze the flora focused on the phytogeography to determine the habitat characteristics and the relationships to the neighboring algal floras. Our findings demonstrate that the most species in Sansha area are in common with the western North Pacific ones, and are characteristic of the tropical type in the southern South China Sea. In addition, the algal flora has many species (184, accounting for 63%) in common with those of the Indian Ocean. Therefore, the algal flora in Sansha City area belongs to the Indo-Malayan subregion of the tropical Indo-western Pacific region, which is important to explore and use the algal flora resources in the study area.

Key words algal flora; South China Sea islands; Sansha City; phytogeography; habitat temperature