

海南岛臂尾轮属物种多样性

林秋奇 吴秋婷 韩博平

暨南大学水生生物研究所 广州 510632

摘要: 于2010年11月、2011年5月和8月调查了海南岛臂尾轮虫的多样性,共检出臂尾轮虫25种。其中,东洋界特有种3种:双叉异棘臂尾轮虫(*Brachionus donneri bifurcus*)、墨氏臂尾轮虫(*B. murphyi*)和黄氏臂尾轮虫(*B. huangi*);东洋界新纪录种1种,刻纹臂尾轮虫(*B. sericus*);对折臂尾轮虫(*B. dimidiatus*)、褶皱二叉臂尾轮虫(*B. dichotomus reductus*)和奇异方形臂尾轮虫(*B. quadridentatus mirabilis*)是中国的新纪录种或亚种。方形臂尾轮虫(*B. quadridentatus quadridentatus*)、萼花臂尾轮虫(*B. calyciflorus*)、镰形臂尾轮虫(*B. falcatus*)和角突臂尾轮虫(*B. angularis*)为常见种类。海南岛臂尾轮属种类多样性高于我国其他地区,并由广布种、全热带种和泛热带种类组成。海南岛与我国其他地区的臂尾轮虫种类组成Bray-Curtis距离指数随着纬度的增加而增加。

关键词: 臂尾轮虫;多样性;海南岛

中图分类号: Q178.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2017) 05-783-09

Species Diversity of *Brachionus* in Hainan Island, China

LIN Qiu-Qi WU Qiu-Ting HAN Bo-Ping

Institute of Hydrobiology, Jinan University, Guangzhou 510632, China

Abstract: Published information on Rotifera of Hainan Island is fragmentary, and more species than currently recorded may be expected. This contribution is part of an ongoing investigation to examine the species composition and distribution of the Rotifera from a wide range of freshwater habitats on Hainan Island. Species new to China are described based on material (parthenogenetic females) obtained from Hainan Island. Qualitative sampling of the littoral zones of reservoirs, ponds, temporal ponds, brooks, rivers and rice fields on Hainan Island, was carried out in November 2010, May and August 2011. About 134 samples were collected from 134 freshwater habitats (Fig. 1) using 35 μm plankton net, and preserved in 5% formaldehyde. In most localities, temperature and pH were measured. Twenty-five species of the genera *Brachionus* were identified (Table 1). *Brachionus donneri bifurcus*, *B. huangi* and *B. murphyi* are endemic to the Oriental Zone. *Brachionus quadridentatus mirabilis*, *B. dichotomus reductus*, *B. dimidiatus*, *B. huangi*, *B. lyratus*, *B. leydigii rotundus* and *B. sericus* are new to Hainan Island. *Brachionus quadridentatus mirabilis*, *B. dichotomus reductus* and *B. dimidiatus* are new to China. *Brachionus quadridentatus mirabilis* was collected only from a small pond (pH 6.7) with extremely long median anterior, posterolateral and foot-opening spines

基金项目 国家自然科学基金项目 (No. 31170437);

第一作者介绍 林秋奇,男,副研究员;研究方向:浮游动物生态学;E-mail: tlinqq@jnu.edu.cn.

收稿日期: 2017-01-16, 修回日期: 2017-03-20 DOI: 10.13859/j.cjz.201705008

(Fig. 2). *Brachionus dimidiatus* was collected only from a small pond (pH 8.6) with *Eichhornia crassipes*. Its lorica has no caudal spines, and very short spines on the anterior margin (Fig. 3). *Brachionus dichotomus reductus* was collected from a reservoir (pH 7.2) with much elongated median anterior spines and long caudal spines (Fig. 4). *Brachionus quadridentatus quadridentatus*, *B. calyciflorus*, *B. falcatus* and *B. angularis* are the most common species in this genus. There are twelve cosmopolitan taxa, eight tropicopolitan taxa and five pantropical taxa on Hainan Island, and the biogeographical affinity of *Brachionus* has a circumtropical or cosmopolitan distribution. Diversity of *Brachionus* is much higher on Hainan Island than that in other six regions of China (Guangdong, Hubei, Shanghai, Xizang, Beijing and Jilin), and the species richness is negatively related to latitude (Fig. 5). Bray-Curtis dissimilarity of *Brachionus* between Hainan Island and other six regions of China varies from 0.17 to 0.54, and increases as latitude increase (Fig. 6).

Key words: *Brachionus*; Diversity; Hainan Island

到目前为至, 全球已确定轮虫种类 2 030 种, 而臂尾轮属是种类多样性比较高的属之一, 占轮虫种类的 3% 左右 (Segers 2007)。臂尾轮属通常被认为是起源于冈瓦纳古陆, 然后通过非洲和印度次大陆向欧亚大陆和北美洲扩散。因此, 臂尾轮虫的地理分布特征与大陆漂移和第四纪冰川时期气候变化关系密切 (Dumont 1983)。目前臂尾轮属近一半种类仅分布在热带和亚热带地区, 并在澳大利亚和南美洲分布着较多的特有种, 而在欧洲的特有种相对少得多 (Segers 2007)。

海南岛是我国最大的热带岛屿, 隶属东洋界, 原是中国大陆向南延伸的一部分, 但自更新世中期开始, 由于频繁的火山运动与雷州半岛断陷, 之后与大陆多次分分合合, 直到第四纪冰期结束, 才形成一个独立的岛屿 (颜家安 2006)。地史上与大陆这种连、断、再连、再断的变化有助于海南岛与华南大陆的物种交流。黄丰明等 (2017) 研究了海南岛腔轮属 (轮虫多样性最高的属之一) 的种类组成与多样性, 发现虽然海南岛与华南大陆存在物种交流, 但由于气候差异, 海南岛腔轮虫的多样性远高于广东省, 种类主要由广布种、热带种和间断分布种类组成。与腔轮属相似, 臂尾轮属也是热带地区水体轮虫的重要组成部分。对于臂尾轮虫而言, 是否同样在海南岛呈现高的种类多样性, 而种类组成与琼州海峡对岸的广东省呈现

低的相似性? 针对上述问题, 我们采集了海南岛各种类型水体的臂尾轮虫, 分析其种类组成和地理分布特征, 并沿着纬度梯度与中国大陆几个臂尾轮虫种类资料相对比较齐全的地区 (广东、华中、青藏高原、华东、华北和东北) 进行比较。

1 材料与方法

于 2010 年 11 月在海南岛东部的文昌、琼海、万宁、陵水、保亭、三亚和中部的五指山、琼中、屯昌、澄迈和海口 11 个县市用 35 μm 孔径的浮游生物网或手抄网采集了 43 个样点的轮虫样品, 水体类型包括水库、池塘、河流、溪流、水稻田以及水坑等小型临时性水体。2011 年 5 月在上述县市采集了 85 个样点的轮虫样品。2011 年 8 月在海口、定安、万宁、保亭、三亚和儋州采集了 6 个样点的轮虫样品。现场将样品用 4% 的福尔马林固定。采样点的分布详见图 1。在显微镜下参照伍焯田 (1981)、Koste 等 (1987) 和 Zhuge 等 (1996) 文献进行种类鉴定; 同时将各种类制成永久性装片, 在显微描图仪下按一定比例进行绘图。海南岛 1995 年臂尾轮虫资料来自诸葛燕 (1997) 和 Koste 等 (1996); 广东省臂尾轮虫资料来自林秋奇等 (2005) 以及林秋奇尚未发表的数据; 湖北省臂尾轮虫资料来自诸葛燕 (1997) 和 Sudzuki 等 (1997); 青藏高原臂尾轮虫资料来自诸葛燕

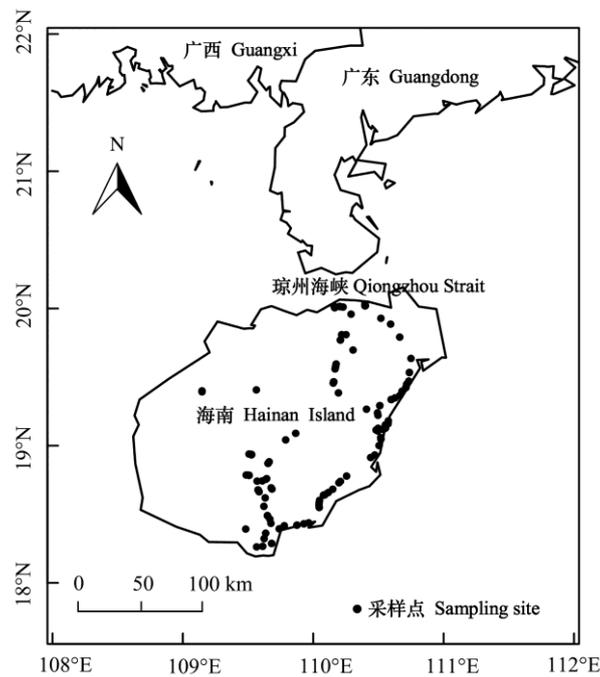


图 1 海南岛采样点示意图

Fig. 1 Map of Hainan Island with position of sampling sites

(1997) 和蒋燮治等 (1983); 上海及其周边地区的臂尾轮虫资料来自金丽文 (2013); 北京及其周边地区臂尾轮虫资料来自诸葛燕 (1997) 和郭凯等 (2010); 吉林及其周边地区臂尾轮虫资料来自诸葛燕 (1997)、巴格斯洛夫斯基 (1962) 和林秋奇在 2012 年对吉林的湿地和湖泊的调查结果 (尚未发表数据)。基于臂尾轮虫的种类定性数据, 计算海南岛与其他六个地区间的 Bray-Curtis 距离和 Jaccard 相似性指数; 采用线性回归分析种类数量与纬度间的关系, 统计分析均在 R3.2.5 中用 vegan 程序包进行。

2 结果

2.1 种类组成

本次调查在海南岛共发现臂尾轮虫 25 种 (亚种) (表 1)。其中, 皱褶二叉臂尾轮虫 (*Brachionus dichotomus reductus*) 和对折臂尾轮虫 (*B. dimidiatus*) 是中国新纪录种, 奇异方形臂尾轮虫 (*B. quadridentatus mirabilis*) 是中国新纪录亚种。方形臂尾轮虫 (*B.*

quadridentatus quadridentatus)、镰形臂尾轮虫 (*B. falcatus*)、萼花臂尾轮虫 (*B. calyciflorus*) 和角突臂尾轮虫 (*B. angularis angularis*) 是常见种类。琴形臂尾轮虫 (*B. lyratus*)、尼氏臂尾轮虫 (*B. nilsoni*)、双叉异棘臂尾 (*B. donneri bifurcus*)、对折臂尾轮虫、皱褶二叉臂尾轮虫和奇异方形臂尾轮虫是罕见种。方形臂尾轮虫、萼花臂尾轮虫、尾突臂尾轮虫 (*B. caudatus*)、双棘臂尾轮虫 (*B. bidentatus bidentatus*)、剪形臂尾轮 (*B. forficula*) 虫和镰形臂尾轮虫形态多变, 分别有变形 5、4、3、2、2 和 1 个。其中, 方形臂尾轮虫以无棘型 (*B. quadridentatus f. cluniorbicularis*) 和短棘型 (*B. quadridentatus f. brevispinus*) 最为常见; 萼花臂尾轮虫以双棘型 (*B. calyciflorus f. amphiceros*) 最为常见。

2.2 新纪录种和亚种描述

2.2.1 奇异方形臂尾轮虫 *Brachionus quadridentatus mirabilis* (Daday, 1897) 背甲前端 3 对棘刺, 中央棘刺长于亚中央棘刺和侧棘刺。被甲后端两侧具棘刺一对; 腹甲末端具

表 1 臂尾轮虫种类组成

Table 1 List of Rotifera of the genus *Brachionus* from China

种类 Species	海南 Hainan		广东 Guangdong (林秋奇 2005)	湖北 Hubei (诸葛燕 1997, Sudzuki et al. 1997)	上海 Shanghai (金丽文 2013)	北京 Beijing (诸葛燕 1997, 郭凯 等 2010)	吉林 Jilin (诸葛燕 1997, 巴格 斯洛夫斯 基 1962)	西藏 Xizang (诸葛燕 1997, 蒋燮 治等 1983)
	1996 (Koste 1996)	2010 ~ 2011						
角突臂尾轮虫 <i>Brachionus angularis angularis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
双齿角突臂尾轮虫 <i>B. angularis bidens</i>	+	+	+		+			
肛突臂尾轮虫 <i>B. bennini</i>	+	+	+		+		+	+
双棘臂尾轮虫 <i>B. bidentatus bidentatus</i>	+	+	+	+	+	+		+
无棘双棘臂尾轮虫 <i>B. bidentatus f. inermis</i>		+	+		+			
短棘双棘臂尾轮虫 <i>B. bidentatus f. testudinarius</i>	+							
蒲达臂尾轮虫 <i>B. budapestinensis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
萼花臂尾轮虫 <i>B. calyciflorus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
双棘萼花臂尾轮虫 <i>B. calyciflorus f. amphi-ceros</i>	+	+	+	+	+		+	
异棘萼花臂尾轮虫 <i>B. calyciflorus f. asymmetrica</i>		+						
无棘萼花臂尾轮虫 <i>B. calyciflorus f. dorcas</i>	+	+	+	+	+	+		
尖棘萼花臂尾轮虫 <i>B. calyciflorus f. spinosus</i>		+	+		+			
尾突臂尾轮虫 <i>B. caudatus</i>	+	+	+	+	+	+		
巨型尾突臂尾轮虫 <i>B. caudatus f. majusculus</i>		+						
刻纹尾突臂尾轮虫 <i>B. caudatus f. personatus</i>	+	+	+					
三亚尾突臂尾轮虫 <i>B. caudatus f. sanya</i>	+	+						
褶皱二叉臂尾轮虫 <i>B. dichotomus reductus</i>		+						
对折臂尾轮虫 <i>B. dimidiatus</i>		+	+		+			
裂足臂尾轮虫 <i>B. diversicornis</i>	+	+	+	+	+	+	+	
双叉异棘臂尾轮虫 <i>B. donneri bifurcus</i>		+	+					
杜氏臂尾轮虫 <i>B. durgae</i>		+	+					
镰形臂尾轮虫 <i>B. falcatus</i>	+	+	+	+	+	+	+	
短棘镰形臂尾轮虫 <i>B. falcatus f. reducta</i>	+	+						
剪形臂尾轮虫 <i>B. forficula</i>	+	+	+	+	+	+	+	
小型剪形臂尾轮虫 <i>B. forficula f. minor</i>					+			
短棘剪形臂尾轮虫 <i>B. forficula f. reducta</i>		+	+	+				
哈瓦那臂尾轮虫 <i>B. havanaensis</i>					+			
黄氏臂尾轮虫 <i>B. huangi</i>		+		+				
科氏臂尾轮虫 <i>B. kostei</i>					+			
矩形臂尾轮虫 <i>B. leydigii leydigii</i>			+	+	+	+	+	
后圆矩形臂尾轮虫 <i>B. leydigii rotundus</i>		+						

续表 1

种类 Species	海南 Hainan		广东 Guangdong	湖北 Hubei	上海 Shanghai	北京 Beijing (诸葛燕 1997, 郭凯 等 2010)	吉林 Jilin (诸葛燕 1997, 巴格 斯洛夫斯 基 1962)	西藏 Xizang (诸葛燕 1997, 蒋变 治等 1983)
	1996 (Koste 1996)	2010 ~ 2011	(林秋奇 2005)	(诸葛燕 1997, Sudzuki et al. 1997)	(金丽文 2013)			
琴形臂尾轮虫 <i>B. lyratus</i>		+	+		+			
墨氏臂尾轮虫 <i>B. murphyi</i>	+							
尼氏臂尾轮虫 <i>B. nilsoni</i>	+	+	+	+			+	
褶皱臂尾轮虫 <i>B. plicatilis</i>	+	+	+		+	+		+
方形臂尾轮虫 <i>B. quadridentatus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
钝棘方形臂尾轮虫 <i>B. quadridentatus</i> f. <i>ancylognathus</i>	+	+	+		+			+
短棘方形臂尾轮虫 <i>B. quadridentatus</i> f. <i>brevispinus</i>	+	+	+	+			+	+
无棘方形臂尾轮虫 <i>B. quadridentatus</i> f. <i>cluniorbicularis</i>	+	+	+	+				+
小型方形臂尾轮虫 <i>B. quadridentatus</i> f. <i>minor</i>		+						
异棘方形臂尾轮虫 <i>B. quadridentatus</i> f. <i>rhenanus</i>	+	+			+			
长棘方形臂尾轮虫 <i>B. quadridentatus</i> <i>melhemi</i>	+	+	+					
奇异方形臂尾轮虫 <i>B. quadridentatus</i> <i>mirabilis</i>		+						
红臂尾轮虫 <i>B. rubens</i>	+	+	+	+	+			
厚实臂尾轮虫 <i>B. sessilis</i>				+				
刻纹臂尾轮虫 <i>B. sericus</i>		+						+
壶状臂尾轮虫 <i>B. urceolaris</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
变异臂尾轮虫 <i>B. variabilis</i>			+					+

管状足孔，足孔两侧具棘刺一对。被甲后端不具基板。不同于其他方形臂尾轮虫，奇异方形臂尾轮虫的前中央棘刺、后侧棘刺和足孔棘刺异乎寻常的长（图 2）。全长 260 ~ 360 μm （包括棘刺），后侧棘刺 150 μm ，前中央棘刺 50 μm ，足孔棘刺 100 μm 。在 2015 年 5 月海南岛博鳌镇一池塘（19°09'37"N，110°34'27"E）中检出该亚种，水温 27°C，pH 6.7。

2.2.2 对折臂尾轮虫 *Brachionus dimidiatus* Bryce, 1931 背甲前端具两对棘刺，侧棘刺和中央棘刺短，无亚中棘刺；被甲后端无棘刺（图 3）。被甲后端不具基板。腹甲末端足孔不呈管状。体长 80 ~ 170 μm 。在 2011 年 8 月于万宁市万宁水库附近一水塘（18°46'43"N，110°15'21"E）

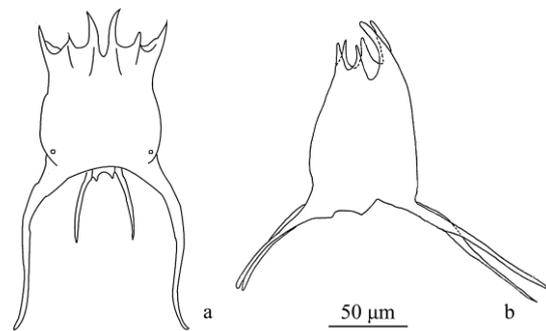


图 2 奇异方形臂尾轮虫

Fig. 2 *Brachionus quadridentatus mirabilis*

a. 背面观；b. 侧面观。a. Dorsal view; b. Lateral view.

中检出该种，水塘中有水葫芦（*Eichhornia crassipes*）分布，水温 30°C，pH 8.6。

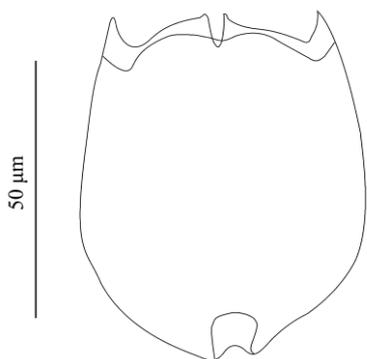


图 3 对折臂尾轮虫

Fig. 3 *Brachionus dimidiatus*

2.2.3 皱褶二叉臂尾轮虫 *Brachionus dichotomus reductus* Koste & Shiel, 1980

体型小。被甲近圆形，背甲前端具两对棘刺，无侧棘刺；亚中央棘刺退化，中央棘刺长并向两侧弯曲（图 4）。后棘刺长且略向内弯曲。被甲后端不具基板。腹甲末端足孔不呈管状。体长 155 μm，体宽 108 μm，前中央棘刺 17 μm，后棘刺 62 μm。在 2011 年 8 月于儋州市松涛水库（19°24'24"N，109°33'48"E）中发现该亚种，水温 28℃，pH 7.2。

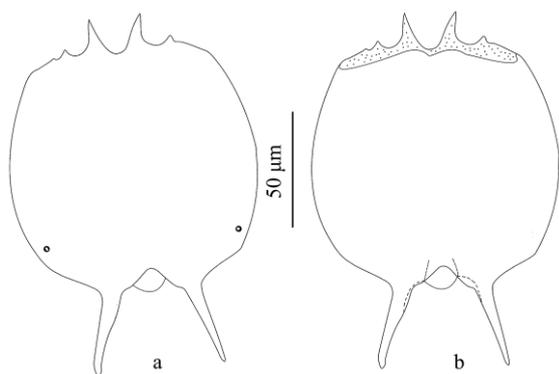


图 4 皱褶二叉臂尾轮虫

Fig. 4 *Brachionus dichotomus reductus*

a. 背面观；b. 侧面观。a. Dorsal view；b. Lateral view.

2.3 地理区系与多样性特征

结合诸葛燕（1997）及 Koste 等（1996）和 Zhuge 等（1998）的研究结果，目前在海南岛共记录到臂尾轮虫 26 种（亚种）。种类组成

包括广布型种类 12 种，全热带型种类 8 种，即双棘臂尾轮虫、尾突臂尾轮虫、对折臂尾轮虫、刻纹臂尾轮虫、剪形臂尾轮虫、黄氏臂尾轮虫、镰形臂尾轮虫和杜氏臂尾轮虫，泛热带种类 6 种，即双叉异棘臂尾轮虫、皱褶二叉臂尾轮虫、琴形臂尾轮虫、奇异方形臂尾轮虫、墨氏臂尾轮虫和长棘方形臂尾轮虫。双叉异棘臂尾轮虫和墨氏臂尾轮虫是东洋界特有种。刻纹臂尾轮虫是东洋界新纪录种。臂尾轮虫在海南岛的种类多样性高于我国其他地区，并且其多样性在我国呈现由低纬度向高纬度逐渐下降的趋势，种类数量与纬度呈显著的负相关关系（图 5）。此外，海南岛臂尾轮虫种类组成与同处东洋界的广东、湖北（华中）和上海（华东）的 Bray-Curtis 相异性低于处于古北区的青藏高原、北京（华北）和吉林（东北）（图 6）。广东省与海南岛相隔一琼州海峡，臂尾轮虫种类组成非常相似，Jaccard 相似性指数为 0.71；高纬度的吉林省与海南岛相距 3 000 km 以上，Jaccard 相似性指数只有 0.37；青藏高原与海南岛的 Jaccard 相似性指数最低，只有 0.30。

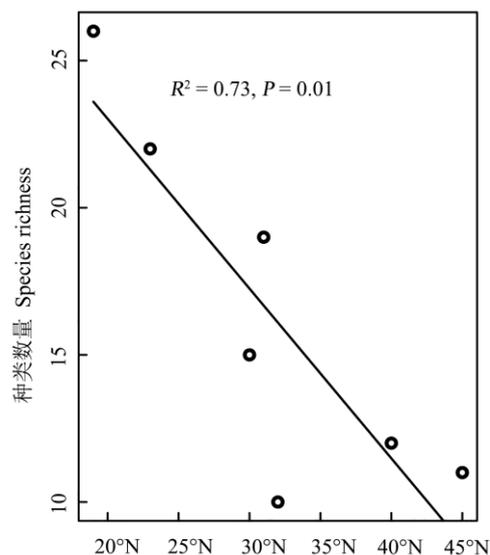


图 5 臂尾轮虫种类多样性沿着纬度梯度的变化

Fig. 5 Species richness pattern of *Brachionus* along the latitudinal gradient

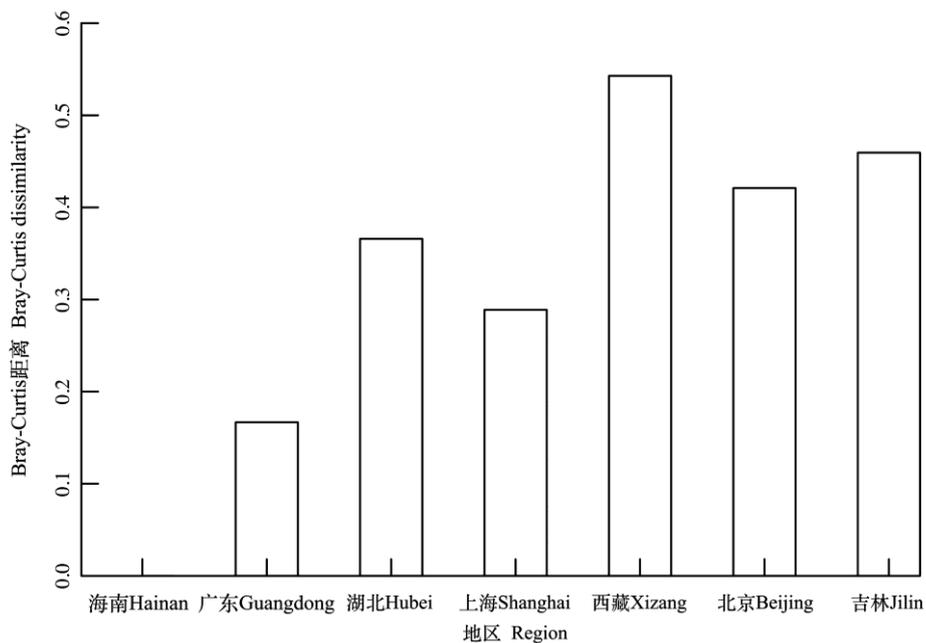


图 6 海南岛与中国其他六个地区臂尾轮虫种类组成的 Bray-Curtis 距离

Fig. 6 Bray-Curtis dissimilarity of *Brachionus* between Hainan Island and other six regions of China

3 讨论

本调查与诸葛燕(1997)和 Koste 等(1996)对海南岛的调查记录相比,增加了 8 个新纪录种和 1 个新纪录亚种,但只有 1 种未在本次调查中发现(表 1)。诸葛燕(1997)和 Koste 等(1996)在 1995 年的调查只采集了 40 个样点,并且集中在海口、琼海和三亚;本次采样点有 134 个,遍布海南岛东部和中部地区,以及西部的儋州,且生境包括水库、池塘、河流、小溪、水稻田和水坑等各种类型水体。因此,本调查比 1995 年的调查更全面地反映了海南岛臂尾轮虫的分布特征,两次调查结果基本反映了海南岛臂尾轮虫的种类多样性。目前全球已知臂尾轮虫 74 种 (Segers 2007)。我国动物地理区划分属于世界动物地理分区的古北界和东洋界。诸葛燕(1997)报导了中国共有臂尾轮虫 26 种(亚种)。本次调查增加了中国新纪录种(亚种) 3 种,而金丽文(2013)对上海的调查增加了中国新纪录种 2 种,因此,到目前为止,中国臂尾轮虫共有 31 种(亚种),

约占全球已知臂尾轮虫种类的 42%。海南岛属于东洋界,现有臂尾轮虫纪录 26 种(亚种),约占我国臂尾轮虫种类的 84%,臂尾轮虫多样性不仅远高于我国处于古北界的各地区,也高于同处东洋界的广东省(林秋奇等 2005)、湖北省(诸葛燕 1997)和上海(金丽文 2013),呈现高臂尾轮虫种类多样性的特征。湖北省臂尾轮虫种类数量低于纬度比较接近的上海,这可能与诸葛燕(1997)调查的区域集中在武汉有一定的关系,不排除湖北省在武汉以外的地区还有一些稀有种类分布。青藏高原臂尾轮虫种类数量在 7 个地区中是最低的,这除了与纬度有关系,还与其高海拔有关系。

臂尾轮虫的地区特有种多集中在澳新界(7 种)、新热带界(9 种)和东洋界(5 种)(Dumont 1983, Segers 2007)。海南岛臂尾轮虫中 12 种为广布型种类,8 种为全热带型种类,6 种为泛热带型种类。其中,东洋界特有种 3 种(亚种)(黄氏臂尾轮虫、双叉异棘臂尾轮虫和墨氏臂尾轮虫),只分布在东洋界和澳新界 2 种(亚种)(皱褶二叉臂尾轮虫和琴形臂尾轮虫)(Koste

et al. 1987, Segers 2001)。黄氏臂尾轮虫是 Zhuge 等 (1996) 首次发现于云南。随后, Sudzuki 等 (1997) 在武汉也发现该种的分布, 并将它定名为短棘臂尾轮虫 (*B. brevispina*), 但是, Segers (2007) 认为短棘臂尾轮虫是黄氏臂尾轮虫的同种异名。本次调查是在第三个地方发现了黄氏臂尾轮虫的分布 (海口东营的水稻田及池塘, 水温 28°C, pH 7.9), 黄氏臂尾轮虫应该属东洋界的特有种。柔韧臂尾轮虫 (*B. niwati*) 是 Sanoamuang 等 (1995) 报导的在泰国发现的一个新种, 但是, Segers (2007) 比较了柔韧臂尾轮虫和墨氏臂尾轮虫 (*B. murphyi*) 的形态特征, 认为柔韧臂尾轮虫应该是墨氏臂尾轮虫的同种异名, 而墨氏臂尾轮虫目前只在东洋界有分布。双叉异棘臂尾轮虫是伍焯田 (1981) 首次发现于广东湛江和广西宾阳, 但到目前为止, 仅海南岛、广东和广西三地有该亚种报导, 属东洋界特有亚种, 在海南儋州松涛水库有分布。锚孔臂尾轮虫 (*B. anchorpora*) 是许友勤 (1997) 报导的分布在福建的一个新种, 但是 Segers (2007) 比较了锚孔臂尾轮虫和杜氏臂尾轮虫 (*B. durgae*) 的形态特征, 认为锚孔臂尾轮虫应该是杜氏臂尾轮虫的同种异名。一般而言, 热带地区臂尾轮虫种类多样性明显高于温带地区, 而且种类组成与温带地区也不完全相同 (Fernando et al. 1981, Segers 2001)。在地理位置上, 广东与海南岛相近, 两个地区臂尾轮虫种类组成差异相对比较小, 广东省臂尾轮虫除了广布性种类外, 还有全热带种类和泛热带种类以及东洋界特有种类的分布, 但泛热带种类和东洋界特有种类少于海南岛; 湖北和上海与海南岛的种类组成差异大于广东与海南岛间的差异, 这两个地区的臂尾轮虫基本上由广布性种类和全热带种类组成, 泛热带种类只有个别种类有分布。青藏高原、北京和吉林属于古北界, 它们与海南岛间的臂尾轮虫种类组成差别相比上述三个地区更大, 基本上以广布性种类为主, 兼少数全热带种类。因此, 作为我国真正意义上的热带地区, 海南岛臂尾轮虫

种类组成与我国其他地区存在一定的差异, 而且这种差异程度随着纬度的增加而增加。

海南岛原是中国大陆向南延伸的一部分, 自更新世中期, 由于频繁的火山运动与雷州半岛断陷, 之后与大陆多次分分合合, 直到第四纪冰期结束, 才形成一个独立的岛屿 (颜家安 2006)。理论上讲, 地史上与大陆这种连、断、再连、再断的变化有助于海南岛与华南大陆之间的物种交流, 降低两地之间的种类差异性。臂尾轮虫在我国的种类分布格局也与上述情形比较吻合。海南岛虽然与广东省存在气候差异, 臂尾轮虫种类组成有一定的差异, 但这种差异 (Jaccard 指数为 0.71) 比海南岛与同处东洋界的上海 (Jaccard 指数 0.55) 和湖北 (Jaccard 指数 0.46) 之间的差异要小。总体上, 海南岛臂尾轮虫多样性与种类组成体现了热带地区轮虫的分布特征, 并与琼州海峡对岸的广东省具有较高的种类组成相似性。

参 考 文 献

- Dumont H J. 1983. Biogeography of rotifers. *Hydrobiologia*, 104(1): 19–30.
- Fernando C H, Zankai N P. 1981. The Rotifera of Malaysia and Singapore with remarks on some species. *Hydrobiologia*, 78(3): 205–219.
- Koste W, Shiel R J. 1987. Rotifera from Australian inland waters. II. Epiphanidae and Brachionidae (Rotifera: Monogononta). *Invertebrate Taxonomy*, 7: 949–1021.
- Koste W, Zhuge Y. 1996. A preliminary report on the occurrence of rotifer in Hainan. *Quekett Journal of Microscopy*, 37(8): 666–883.
- Sanoamuang L, Segers H, Dumont H. 1995. Additions to the rotifer fauna of south-east Asia: new and rare species from north-east Thailand. *Hydrobiologia*, 313/314: 35–45.
- Segers H. 2001. Zoogeography of the southeast Asian rotifera. *Hydrobiologia*, 446/447: 233–246.
- Segers H. 2007. Annotated checklist of the rotifers (Phylum Rotifera), with notes on nomenclature, taxonomy and distribution. *Zootaxa*, 1564(1): 1–104.

- Sukzuki M, Huang X. 1997. New Rotifera from Wuhan. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 15(2): 181–185.
- Zhuge Y, Koste W. 1996. Two new species of Rotifera from China. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*, 81(4): 605–609.
- Zhuge Y, Huang X F, Koste W. 1998. Rotifera recorded from China, 1893 - 1997, with remarks on their composition and distribution. *International Review of Hydrobiology*, 83(3): 217–232.
- 巴格斯洛夫斯基 A C. 1962. 中国轮虫区系的一些材料. *动物学报*, 14(4): 495–501.
- 郭凯, 赵文, 殷守仁, 等. 2010. 北京官厅水库轮虫群落结构与水体富营养化状况. *湖泊科学*, 22(2): 256–264.
- 黄丰明, 吴秋婷, 韩博平, 等. 2017. 海南岛腔轮科种类组成与区系分布. *生物多样性*, 25(4): 430–436.
- 蒋燮治, 沈温芬, 龚循矩. 1983. 西藏无脊椎动物. 北京: 科学出版社.
- 金丽文. 2013. 上海及周边地区的轮虫研究. 上海: 上海师范大学硕士学位论文.
- 林秋奇, 赵帅营, 韩博平. 2005. 广东省水库轮虫分布特征. *生态学报*, 25(5): 1123–1131.
- 伍焯田. 1981. 中国淡水轮虫新资料. *动物分类学报*, 6(3): 235–242.
- 许友勤, 陈寅山, 饶小珍. 1997. 福建淡水轮虫新资料. *福建师范大学学报: 自然科学版*, 13(3): 77–80.
- 颜家安. 2006. 海南岛第四纪古生物及生态环境演变. *古地理学报*, 8(1): 103–115.
- 诸葛燕. 1997. 中国典型地带轮虫的研究. 武汉: 中国科学院水生生物研究所博士学位论文.