

青藏高原柴达木盆地尕斯库勒湖浮游生物群落多样性特征的初步研究

许木启 曹 宏 贾沁贤 高玉荣 陈声贵

(中国科学院动物研究所, 北京 100080)

摘要: 青海尕斯库勒湖是青藏高原柴达木盆地比较典型的高盐度且具有丰富卤虫资源的盐湖, 海拔高程 2849.6 m。1997 年夏季我们对尕斯库勒湖浮游生物主要类群群落多样性特征进行了初步调查。调查期间在内湖主要水体 5 个断面 22 个采样站共发现浮游藻类 46 种, 平均密度为 54.39×10^4 Cells/L; 浮游动物 12 种, 全湖平均密度为 8.22 个/L, 平均生物量 0.29 mg/L。通过盐度含量较高(119 g/L)的内湖主要水体采样断面与盐度含量较低(1.8 g/L)的湖西北岸小水面采样断面比较, 浮游生物不论是在种类组成特征、群落的多样性还是其个体丰度都存在十分明显的差异。结果表明, 在盐湖生态系统中, 盐度是决定生物物种多样性及其个体丰度的关键因素之一。

关键词: 浮游生物, 群落多样性, 盐度, 尕斯库勒湖

中图分类号: Q178 文献标识码: A 文章编号: 1005-0094(2002)01-0038-06

Preliminary study of plankton community diversity of the Gahai Salt Lake in the Qaidam Basin of the Qinghai-Tibet Plateau

XU Mu-Qi, CAO Hong, JIA Qin-Xian, GAO Yu-Rong, CHEN Sheng-Gui

Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080

Abstract: Gahai Salt Lake, which is situated in the Qaidam Basin of the Qinghai-Tibet Plateau at an elevation of 2849.6 m above sea level, is a saline lake with high salinity and abundant biological resources of *Artemia* (brine shrimp). An investigation on the characteristics of community diversity of plankton with relation to salinity was conducted in the summer of 1997. Forty-six species of phytoplankton and twelve species of zooplankton have been identified in the major body of water in the in-lake area with 22 sampling sites at 5 sections. The differences of the species composition, richness, individual abundance and biomass of plankton were compared between two sampling area with a big change of salinity in the waters. The results show that the salinity is an important limiting factor in determining the structure of biological communities in the inland saline lakes.

Key words: plankton, community diversity, salinity, Gahai Salt Lake

1 前言

青海柴达木盆地处于青藏高原的东北侧, 总面积 208 161 km², 湖泊面积 11 813 km²。其中盐湖 26 个, 面积约占整个青藏高原盐湖面积的 23.2%。过去几十年来, 研究工作者对柴达木盆地盐湖的调查集中在盐湖的成因及其演变过程、非生物环境因子(理化特征)的变化及矿物资源(主要为钠盐)的开

采与利用等方面(郑绵平, 1989; 张彭熹, 1987)。在盐湖生物学研究方面, 除了对其主要经济动物种类——卤虫有所涉及外(任慕莲等, 1996), 其他生物类群群落特征的情况, 迄今所知甚少。

尕斯库勒湖地处青海省海西蒙古族藏族自治州首府德令哈市东南方 40 km 左右。地理坐标为 97°47' E, 37°02' N, 湖面海拔高程 2849.6 m, 湖水面积为 37.4 km², 平均水深 8.7 m, 最大深度 14.5

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(No. 39970138)、国家自然科学基金重点项目(No. 39730070)、中国科学院知识创新工程重要方向项目(KSCX2-SW-102)、中国科学院西部创新项目(KSCX1-07-03-B)和中国科学院院长择优支持基金的部分研究内容。

收稿日期: 2001-03-09; 修改稿收到日期: 2001-07-11

作者简介: 许木启, 男, 1950 年出生, 研究员, 主要从事原生动物学方面的研究。E-mail: xumq@panda.ioz.ac.cn

m。湖水的透明度常年较高,最低 2.5 m,最高 6.5 m,平均 4.0 m。在浅水区,夏季表层水温最高可达到 26℃,深水区底层水温最高达 16.5℃,12 月~次年 3 月为全湖封冻期。尕斯库勒湖虽然是一个小型高盐湖泊,但由于其丰富的卤虫(*Artemia*)资源及便利的交通条件而受到关注,该盐湖每年所产的高质量卤虫卵已成为当地及周边地区经济发展的支柱产业之一。盐湖中的浮游生物(藻类、轮虫、枝角类、桡足类、原生动物)是卤虫主要的饵料生物来源,本文作者曾在尕斯库勒湖现场解剖卤虫成虫,在显微镜下观察到其消化道内充满了藻类和纤毛虫的原生动物。1997 年夏季我们对尕斯库勒湖浮游生物主要类群群落多样性特征进行了初步调查。该项研究一方面为青藏高原柴达木盆地典型盐湖丰富和积累水生生物方面的基础资料,这对于盐湖演化过程和规律的深入研究具有重要意义,另一方面为尕斯库勒湖卤虫资源的增殖趋势与潜力、可持续利用与保护提供科学依据。

2 材料与方法

2.1 采样站的设置

根据尕斯库勒湖的形态特征,在湖内和湖岸共设置 6 个断面 26 个采样站,其中在湖内设 5 个断面(Ⅰ—Ⅴ)22 个采样站,在湖的西北岸设一个断面(Ⅵ)4 个采样站(紧靠该断面有来自哈尔古河,实为一条发源于岸上大片沼泽地潜水的小股淡水流入湖内)采集浮游藻类。枝角类、桡足类和轮虫在断面Ⅰ、Ⅱ、Ⅴ和Ⅵ进行了设点采样。原生动物的 4 个采样点设置在断面Ⅰ和Ⅱ之间(图 1)。

2.2 浮游生物样品采集

浮游藻类、枝角类、桡足类和轮虫的定性、定量样品的采集、鉴定和计算按照湖泊调查的规范方法进行。原生动物样品采用 PFU(Polyurethane Foam Unit——聚氨酯泡沫塑料块)方法。实验所采用的 PFU 人工基质其规格为 5 cm 厚度,使用时将其制作成 5 cm×6.5 cm×7.5 cm 的小块。在各采样站水下约 20 cm 处悬挂 7 天时间后采集样品,样品于现场在显微镜下进行活体种类观察鉴定。

2.3 水体中几种主要水化学因子的测定

为了与相关的生物资料进行分析,在采集浮游生物样品的同时也测试了湖水中几种主要的水化学指标。水化学样品用有机玻璃采水器取样,浅水区

直接取表层水样,深水区则取上、中、下层的混合水样。水样加氯仿保存后在室内按“内陆水域渔业资源调查试行规范”测定 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 含量, Na^+ 和 K^+ 含量按离子平衡法推算。8 个主要离子含量之和即为水的含盐量(g/L)。

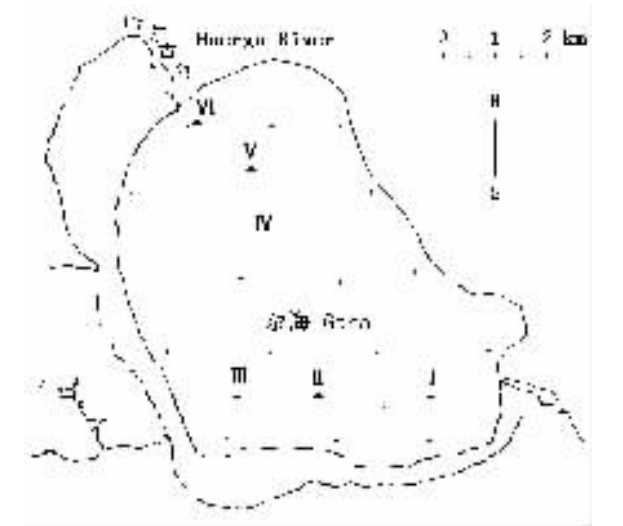


图 1 尕斯库勒湖浮游生物采样站示意图
Fig. 1 Map of Gahai Salt Lake showing sampling sites
△ :采样断面 Sampling sections ; • :采样站 Sampling sites

3 结果与分析

3.1 尕斯库勒湖水化学特征

尕斯库勒湖主要水体——内湖(Ⅰ—Ⅴ断面)中阴离子含量为 $\text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^- > \text{CO}_3^{2-}$,而且 Cl^- 的含量比 SO_4^{2-} 多 2.5 倍以上,二者之比的倍数的增减与水温的升降有密切的关系,水温上升时倍数减少,水温下降至 10℃ 以下时其倍数增加(任慕莲等,1996)。阳离子的含量为 $\text{Na}^+ + \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+}$ 。 Cl^- 含量最高,占到总含量的 46.59%,其次是 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$,占总含量的 30.91%,其他离子含量合计占到 20% 左右(表 1)。这里需要加以说明的是,由于尕斯库勒湖的面积较小,加之高原较强的西北风对水体的混合作用,内湖Ⅰ—Ⅴ采样断面的其他几种主要离子的含量和盐度的分布没有明显的差别,因此本文没有加以比较和分析。但是从表 1 可以看出,内湖Ⅰ—Ⅴ采样断面和湖的西北岸Ⅵ采样断面水化学指标比较,无论是几种主要离子的含量还是盐度都存在十分明显的差异。紧靠湖西北岸的Ⅵ断面由于受到了来自一条小河的淡水的稀释作用,各离子的浓度和总的盐度下降很多。

表 1 1997 年尕斯库勒湖湖水化学特征
Table 1 The chemical characteristics of Gahai Salt Lake in 1997

主要离子名称 Major ion	断面 I - V Section I - V		断面 VI Section VI	
	mg/L	%	mg/L	%
CO ₃ ²⁻	134.99	0.11	102.84	5.68
HCO ₃ ⁻	244.81	0.21	300.34	16.58
Cl ⁻	55625.0	46.59	326.90	18.05
SO ₄ ²⁻	21130.20	17.70	641.20	35.40
Ca ²⁺	819.62	0.69	25.47	1.41
Mg ²⁺	4528.04	3.79	304.97	16.84
K ⁺ + Na ⁺	36898.67	30.91	109.68	6.05
盐度 Salinity (g/L)	119.38		1.811	

3.2 浮游藻类的种类组成和数量分布

3.2.1 种类组成 调查期间在尕斯库勒湖内湖主要水体(I—V 5 个断面 22 个采样站)共发现浮游藻类 5 门 32 属 46 种 ,其中硅藻门 15 个属、蓝藻门 7 个属 ,绿藻门 6 个属 ,裸藻门和甲藻门各 1 个属。分布概率在 75% 以上的有 11 个属 ,其中舟形藻(*Navicula*)、菱形藻(*Nitzschia*)、平列藻(*Merismopedia*)、颤藻(*Oscillatoria*)和裸甲藻(*Gymnodinium*)的分布概率为 100% ;分布概率在 50% ~ 75% 的有 6 个属 ;在 50% 以下的有 15 个属(表 2)。湖西北岸水中(VI 1 个断面 4 个采样站)共采到 7 门 48 属 58 种浮游藻类。其中硅藻门 15 属 18 种 ,占检出总数的 31.0% ;蓝藻门 12 属 14 种 ,占检出总数的 24.1% ;绿藻门 13 属 18 种 ,占检出总数的 31.0% ;甲藻门 3 属 3 种 ;裸藻门 1 属 3 种 ;黄藻门和隐藻门各 1 种(表 2)。由表 2 可以看出 ,尕斯库勒湖内湖主要水体(I—V 采样断面)的浮游藻类的种类数量明显低于湖西北岸(VI 采样断面)小水面的浮游藻类的种类数。分析这种原因 ,主要与盐度有密切的关联。从表 1 可以看出 ,I—V 采样断面水体中盐的浓度大大高于 VI 采样断面水体中盐的含量 ,后者水中较低的盐度主要是有来自哈尔古河(实为一条发源于岸上大片沼泽地潜水的小溪)的小股淡水流入湖内冲淡所致。许多的研究表明 ,在某种程度上 ,内陆盐湖中盐度直接或间接成为影响生物群落结构特征的决定因素。盐度与物种的丰富度和多样性之间存在显著的负相关关系 ,也就是说 ,在低盐度水中物种多样性较高 ,而在高盐度水中则较低 ,物种的丰富度和多样性随盐度的增加而减少(何志辉等 ,1989 ;赵文 ,何志辉 ,1995 ;Colburn , 1988 ;Stephens , 1990 ;

Williams , 1996)。

3.2.2 数量分布 尕斯库勒湖浮游藻类的个体数量在湖泊主要水体(I—V 采样断面)的分布见表 3。个体数量最高的 IV 采样断面为 83.14×10^4 cells/L ,数量最低的 II 采样断面为 22.95×10^4 cells/L , 5 个断面 22 个采样站的平均密度为 54.39×10^4 cells/L。从数量组成百分比的特点来分析 ,甲藻占总数量的 34.5% ,硅藻占 33.8% ,绿藻占 20.1% ,蓝藻占 11.6% ,裸藻、黄藻和隐藻在定量样品中均没有被发现。在检出的藻类中 ,以裸甲藻数量最多 ,为 19.4×10^4 cells/L ;平列藻和颤藻分布概率较高 ,但其相对密度都较低(5% 以下) ;而分布概率为 80.75% 的盐藻(*Dunaliella*) ,其相对密度达 12.2% 。在浮游藻类中 ,多数藻类密度均较低 ,藻类群落密度主要体现在几个优势种群上。除甲藻外 ,相对密度在 10% 以上的藻类还有菱形藻、舟形藻和盐藻 ,这 4 个属的藻类数量合计占整个浮游藻类总数的 74.94% 。

与我国内陆淡水湖泊如昆明的滇池、武汉的东湖和河北的白洋淀的浮游藻类数量相比较 ,青海尕斯库勒湖浮游藻类的数量很少 ,仅是前者的几分之一 ,甚至几十分之一。分析这种原因 ,主要是尕斯库勒湖水体中含有高浓度的盐、具较低的营养成分以及具有卤虫对藻类的捕食等几个方面。

3.3 浮游动物的种类组成、数量和生物量特征

尕斯库勒湖浮游动物的种类组成和数量特征同样与湖水中盐的浓度关系密切。在内湖主要水体(I、II、V 采样断面) ,含盐量较高 ,浮游动物种类稀少 ,在仅检出的 12 种种类中 ,原生动物有 8 种 ,其他为 3 种轮虫、1 种桡足类(表 4)。8 种原生动物在 4 个采样站(I—II 断面之间)和每次现场采样镜检时都能够发现它们的个体。3 种轮虫中的褶皱臂尾轮虫(*Brachionus plicatilis*)、角突臂尾轮虫(*Brachionus angularis*)和叶轮虫(*Notholca* sp.)在内湖的采样站中都有分布。枝角类的矩形尖额溞(*Alona rectangularis*)和桡足类的近邻剑水蚤(*Cyclops vicinus*)等仅发现分布在有淡水流入的湖岸周边地区 ,在盐度较高的敞水湖区则不见其踪影。湖西北岸(VI 采样断面)小水面的浮游动物有 19 种(不包括原生动物 ,因为此地湖水太浅 ,低于 10cm ,不能够挂放 PFU 人工基质而无法进行采集活动) ,其中大多数种类趋向于生存在淡水或低盐度的水体中。虽然湖西北岸采样断面的水面很小 ,水很浅 ,但是浮游动物的种

表 2 1997 年尕斯库勒湖浮游藻类种类组成
Table 2 Taxa of phytoplankton collected from Gahai Salt Lake in 1997

种类名称 Name of species	内湖(I - V 采样断面) In-lake (section I - V)	湖岸(VI 采样断面) In littoral (section VI)
1. 蓝藻门 Cyanophyta		
小席藻 <i>Phormidium tenue</i>	+	
席藻 <i>Phormidium</i> sp.		+
鞘丝藻 <i>Lyngbya</i> sp.	+	+
银灰平列藻 <i>Merismopedia glauca</i>	+	
优美平列藻 <i>M. elegans</i>	+	
细小平列藻 <i>M. tenuissima</i>		+
平列藻 <i>Merismopedia</i> sp.		+
沼泽颤藻 <i>Oscillatoria limnetica</i>		+
小颤藻 <i>Oscillatoria tenuis</i>	+	
颤藻 <i>Oscillatoria</i> sp.	+	
蓝纤维藻 <i>Dactylococcopsis</i> sp.	+	
针状蓝纤维藻 <i>D. acicularis</i>		+
微小色球藻 <i>Chroococcus minutus</i>	+	+
极小色球藻 <i>C. minum</i>		+
水华束丝藻 <i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	+	
鱼腥藻 <i>Anabaena aequalis</i>		+
腔球藻 <i>Coelosphaerium</i> sp.		+
巨形螺旋藻 <i>Spirulina major</i>		+
点形粘球藻 <i>Gloeocapsa punctata</i>		+
隐球藻 <i>Aphanocapsa</i> sp.		+
念珠藻 <i>Nostoc</i> sp.		+
2. 绿藻门 Chlorophyta		
蛋白核小球藻 <i>Chlorella pyrenoidosa</i>	+	+
小球藻 <i>C. vulgaris</i>	+	+
卵形衣藻 <i>Chlamydomonas ovalis</i>	+	+
莱哈衣藻 <i>C. reinhardi</i>	+	
衣藻 <i>Chlamydomonas</i> sp.	+	+
螺旋纤维藻 <i>Ankistrodesmus spiralis</i>	+	
镰形纤维藻 <i>A. falcatus</i>	+	
针形纤维藻 <i>A. acicularis</i>		+
纤维藻 <i>Ankistrodesmus</i> sp.		+
四角十字藻 <i>Crucigenia quadrata</i>		+
十字藻 <i>Crucigenia</i> sp.		+
大宽带鼓藻 <i>Pleurotaenium maximum</i>		+
宽带鼓藻 <i>Pleurotaenium</i> sp.		+
四尾栅藻 <i>Scenedesmus quadricauda</i>	+	
斜生栅藻 <i>S. obliquus</i>	+	
栅藻 <i>Scenedesmus</i> sp.	+	+
盐藻 <i>Dunaliella salina</i>	+	
绿色盐藻 <i>D. viridis</i>	+	
鞘藻 <i>Oedogonium</i> sp.		+
双星藻 <i>Zygnema</i> sp.		+
水绵 <i>Spirogyra</i> sp.		+
葡萄藻 <i>Botryococcus braunii</i>		+
浮球藻 <i>Planktosphaeria gelatinosa</i>		+
新月藻 <i>Closterium</i> sp.		+
四集藻 <i>Palmella</i> sp.		+
卵囊藻 <i>Oocystis</i> sp.	+	
克莱四鞭藻 <i>Carteria klebsii</i>	+	
扁藻 <i>Platymonas</i> sp.	+	
3. 硅藻门 Bacillariophyta		
嗜盐舟形藻 <i>Navicula halophila</i>	+	
盐地舟形藻 <i>N. salinarum</i>	+	
美丽针杆藻 <i>Synedra pulchella</i>	+	
近缘针杆藻 <i>S. affinis</i>		+
等片藻 <i>Diatoma</i> sp.	+	+
梅尼小环藻 <i>Cyclotella meneghiniana</i>	+	
小环藻 <i>Cyclotella</i> sp.	+	
扭曲小环藻 <i>C. comta</i>		+
新月菱形藻 <i>Nitzschia closterium</i>	+	
美丽菱形藻 <i>N. spectabilis</i>	+	
菱形藻 <i>Nitzschia</i> sp.		+
卵形双菱藻 <i>Surirella ovata</i>	+	+
双菱藻 <i>Surirella</i> sp.	+	
粗壮双菱藻 <i>S. robusta</i>		+
曲壳藻 <i>Achnanthes</i> sp.	+	+
脆杆藻 <i>Fragilaria</i> sp.	+	+
瞳孔舟形藻 <i>Navicula pupula</i>		+
喙头舟形藻 <i>N. rhynchocephala</i>		+
隐头舟形藻 <i>N. cryptocephala</i>		+
棒杆藻 <i>Rhopalodia</i> sp.	+	
尖布纹藻 <i>Gyrosigma acuminatum</i>	+	
微小异极藻 <i>Gomphonema exiguum</i>	+	
翼状双船头形藻 <i>Amphiprora alata</i>	+	
卵形藻 <i>Cocconeis</i> sp.	+	
双眉藻 <i>Amphora</i> sp.	+	+
羽纹藻 <i>Pinnularia</i> sp.		+
桥弯藻 <i>Cymbella</i> sp.		+
双壁藻 <i>Diploneis</i> sp.		+
异极藻 <i>Gomphonema</i> sp.		+
弯楔藻 <i>Rhoicosphenia</i> sp.		+
平板藻 <i>Tabellaria</i> sp.		+
4. 甲藻门 Pyrrophyta		
裸甲藻 <i>Gymnodinium</i> sp.		+
裸甲藻 <i>Glenodinium aeruginosum</i>	+	
多甲藻 <i>Peridinium</i> sp.		+
角甲藻 <i>Ceratium</i> sp.		+
5. 裸藻门 Euglenophyta		
绿色裸藻 <i>Euglena viridis</i>	+	+
尖尾裸藻 <i>E. oxyuris</i>	+	+
裸藻 <i>Euglena</i> sp.	+	+
6. 隐藻门 Cryptophyta		
尖尾蓝隐藻 <i>Chroomonas acuta</i>		+
7. 黄藻门 Xanthophyta		
黄丝藻 <i>Heterotrichales</i> sp.		+
总种类数 Total number of species	46	58

表 3 1997 年尕海盐湖浮游藻类个体数量分布(×10⁴ Cells/L)
Table 3 Individual density and distribution of algae in Gahai Salt Lake in 1997

	采样断面 (Section)					平均 Average
	I	II	III	IV	V	
个体数量 Density (×10 ⁴ cells/L)	64.55	22.95	63.87	83.14	37.43	54.39
水深范围 Range of depth (m)	0.40 ~ 0.75	0.35 ~ 0.95	0.65 ~ 2.70	1.00 ~ 1.75	11.0 ~ 14.5	
平均水深 Mean depth (m)	0.53	0.70	1.33	1.25	13.5	

表 4 1997 年尕海盐湖浮游动物种类组成
Table 4 Taxa of zooplankton collected from Gahai Salt Lake in 1997

内湖(I - V 采样断面) In-lake (section I - V)	湖岸(VI 采样断面) In littoral (section VI)
原生动物 Protozoa	轮虫 Rotifer
鞭毛类 Flagellate	尖角单趾轮虫 <i>Monostyla hamata</i>
尾滴虫 <i>Cercomonas</i> sp.	萼花臂尾轮虫 <i>Brachionus calyciflorus</i>
肉足类 Sarcodine	角突臂尾轮虫 <i>B. angularis</i>
放射太阳虫 <i>Actinophrys sol</i>	矩形龟甲轮虫 <i>Keratella quadrata</i>
大变形虫 <i>Amoeba proteus</i>	曲腿龟甲轮虫 <i>K. valga</i>
刺胞虫 <i>Acanthocystis</i> sp.	前节晶囊轮虫 <i>Asplanchna priodonta</i>
纤毛类 Ciliate	叶轮虫 <i>Notholca</i> sp.
珍珠映毛虫 <i>Cinetochilum margaritaceum</i>	枝角类 Cladocera
阔口游仆虫 <i>Euplotes eurytomus</i>	直额裸腹溞 <i>Moina rectirostris</i>
旋纹板壳虫 <i>Coleps spiralia</i>	多刺裸腹溞 <i>M. macrocopa</i>
钟虫 <i>Vorticella</i> sp.	长肢秀体溞 <i>Diaphanosoma leuchtenbergianum</i>
轮虫 Rotifer	方形网纹溞 <i>Ceriodaphnia quadrangula</i>
褶皱臂尾轮虫 <i>Brachionus plicatilis</i>	近亲尖额溞 <i>Alona affinis</i>
角突臂尾轮虫 <i>B. angularis</i>	矩形尖额溞 <i>A. rectangula</i>
叶轮虫 <i>Notholca</i> sp.	光滑平直溞 <i>Pleuroxus laevis</i>
桡足类 Copepoda	老年低额溞 <i>Simocephalus vetulus</i>
棘猛水蚤 <i>Attheyella</i> sp.	桡足类 Copepoda
	广布中剑水蚤 <i>Mesocyclops leukarti</i>
	近邻剑水蚤 <i>Cyclops vicinus</i>
	剑水蚤 <i>Acanthocyclops</i> (<i>Megacyclops</i>) <i>viridis</i>
	棘猛水蚤 <i>Attheyella</i> sp.

类多于内湖大水面的种类。分析这种原因 ,与前述 ,主要是湖西北岸采样断面有来自哈尔古河的小股淡水流入湖内 ,导致水中的盐度大幅度降低 ,从而有利于浮游动物的生存。

与浮游藻类一样 ,尕海浮游动物的个体数量和生物量也较低 ,全湖平均个体数量仅只有 8.22 个/L ,平均生物量仅为 0.29 mg/L(表 5)。轮虫和桡足类幼体构成全部个体数量和生物量的 85% 以上。比较内湖和湖西北岸的采样断面 ,不同含盐量的水面采样站的浮游动物的数量和生物量存在非常明显的差异。内湖采样断面水体中含盐量很高(119.4 g/L) ,个体数量和生物量很低 ,分别在 1.48 个/L ~ 2.54 个/L 和 0.085 mg/L ~ 0.124 mg/L 之间波动。湖西北岸采样断面盐度很低(1.8 g/L) ,相对来说有

比较高的个体数量(27 个/L)和生物量(0.86 mg/L)。由此可以看出 ,在盐湖生态系统中 ,盐度是决定生物物种多样性及物种丰富度的关键因素之一。

4 结论

1) 通过初步调查 ,在尕海内湖主要水体(I — V 5 个断面 22 个采样站)共发现浮游藻类 5 门 32 属 46 种 ,其中硅藻门 15 个属、蓝藻门 7 个属 ,绿藻门 6 个属 ,裸藻门和甲藻门各 1 个属。在湖西北岸水中(VI 断面 4 个采样站)共采到 7 门 48 属 58 种浮游藻类。其中硅藻门 15 属 18 种 ,蓝藻门 12 属 14 种 ,绿藻门 13 属 18 种 ,甲藻门 3 属 3 种 ,裸藻门 1 属 3 种 ,黄藻门和隐藻门各 1 属 1 种。内湖主要水体含盐量较高(119g/L) ,浮游动物种类稀少 ,在仅

检出的 12 种种类中,原生动物 8 种,其他为 3 种轮虫、1 种桡足类。在含盐量很低的湖西北岸采样断面(1.8g/L)共采到 19 种浮游动物(不包括原生动物),其中轮虫 7 种,枝角类 8 种,桡足类 4 种。在这些种类中,大多数种类趋向于生存在淡水或低盐度的水体。研究结果表明,尕斯库勒湖浮游生物群落多样性很低,而且内湖主要水体的浮游生物种类明显低于湖西北岸小水面的浮游生物种类。分析这种原因,主要与水体中盐度含量有密切的关系。

表 5 1997 年尕斯库勒湖浮游动物密度和生物量分布
Table 5 The density and biomass of zooplankton in Gahai Salt Lake in 1997

	采样断面 (Section)				平均 Average
	I	III	V	VI	
密度(个/L) Density(ind. /L)	1. 84	2. 54	1. 48	27. 0	8. 22
生物量(mg/L) Biomass(mg/L)	0. 096	0. 124	0. 085	0. 86	0. 29

2) 尕斯库勒湖浮游生物个体数量和生物量很低。藻类在内湖主要水体 5 个断面 22 个采样站的平均密度为 54.39×10^4 cells/L。在浮游藻类中,多数藻类密度均较低,藻类群落密度主要体现在几个优势种群上。除甲藻外,相对密度在 10% 以上的藻类有菱形藻、舟形藻和盐藻,这 4 个属藻类合计占整个浮游藻类总数量的 74.94%。浮游动物全湖平均个体数量仅只有 8.22 个/L,平均生物量仅为 0.29 mg/L。轮虫和桡足类幼体构成全部个体数量和生物量的 85% 以上。比较内湖和湖西北岸采样断面,不同含盐量的水面采样站的浮游动物数量和生物量存在非常明显的差异。与我国内陆淡水湖泊比较,尕斯库勒湖浮游生物不论是群落的多样性还是其个体密度都很低。分析这种原因,主要与尕斯库勒湖水体中高浓度的

盐含量、较低的营养成分以及较高密度的卤虫对藻类的捕食作用密切相关,它们构成藻类生长繁殖的限制因素。

3) 在淡水和内陆盐水中,生物群落的结构(组成、丰度和多样性)具有明显差别。特别是淡水与高盐度水体比较,其差别非常明显,而盐湖中不同盐度水之间的生物群落的差别也是显而易见的。也就是说,在某种程度上,内陆盐湖中盐度直接或间接成为影响生物群落结构特征的决定因素。然而,其决定性的机理和程度仍是一个需要解决的问题,而这对于我们认识盐湖生态系统结构和功能特征具有重要的意义。

参考文献

何志辉,秦建光,王洪起,王志远,夏昕,1989. 晋南和银川地区盐水和超盐水体的浮游动物. 水生生物学报, **13**(1): 24 ~ 37

任慕莲,郭焱,王基琳,苏荣,李红,任波,1996. 中国西北部盐湖卤虫生态及资源. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社

张彭熹,1987. 柴达木盆地盐湖. 北京: 科学出版社

赵文,何志辉,1995. 三北地区内陆盐水的原生动物. 水生生物学报, **19**(3): 193 ~ 202

郑绵平,1989. 青藏高原盐湖. 北京: 科学出版社

Colburn E A, 1988. Factors influencing species diversity in saline water of Death Valley, USA. *Hydrobiologia*, **158**: 215 ~ 226

Stephens D W, 1990. Changes in lake level, salinity and the biological community of Great Salt Lake (Utah, USA), 1847 ~ 1987. *Hydrobiologia*, **197**: 139 ~ 146

Williams W D, 1996. How important is salinity in structuring biological communities in salt lakes? In: ZHENG Mian-Ping (eds.). *The 6th International Symposium on Saline Lakes*. Beijing: Geological Science Press, 103 ~ 113

(责任审稿人: 沈韞芬; 责任编辑: 闫文杰)