

# 中国北方盐田和盐湖高盐水域藻类的初步研究\*

马志珍

(中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266003)

**提要** 于1986年3月—1990年9月,对中国北方一些盐田和盐湖的高盐水域(盐度61.0—320.0)中的藻类(主要是浮游藻)进行调查。在青岛东风盐场和天津汉沽盐场每月2次定点采集藻类标本水样72份以及随机在山西解池、青海尕海、新疆达板城盐湖和巴里坤湖采集水样5份。鉴定出蓝藻5种,绿藻8种,硅藻8种。结果表明,均是典型的耐盐或喜盐种类,但其种的多样与水体的盐度呈负相关。藻类种群生物量以春季和秋季最为丰富,夏季次之,冬季最少。夏季的数量变动除了与水温有关外,可能还与卤虫、轮虫、原动物等动物的摄食有关。

**关键词** 藻类 盐田 盐湖 中国北方

盐田和盐湖中藻类的研究历史较短。Davis (1978) 论述了美国长岛盐场盐池中藻类、卤虫与原盐生产之间的关系,引起盐业和生物界人士的广泛重视。1983年 Hammer 等报道了加拿大盐度为3.2—428.0的41个盐湖藻类,计7门8纲42科91属212种,但在盐度大于50.0的盐湖中,常见藻类只有13种。中国对盐田和盐湖藻类的研究开展得较迟,仅见钱凯先等(1982)、郑绵平等(1985)和李明仁等(1986,1988)报道了微鞘藻、杜氏藻、衣藻、隐杆藻、聚球藻、菱形藻、舟形藻和斜纹藻等。中国海岸线绵长,滩涂广阔,盐田面积达3600km<sup>2</sup>;内陆盐湖数量众多,仅湖水面积在1km<sup>2</sup>以上的就有500多个(马志珍,1993)。在如此广阔的高盐水域中,生长繁衍着许多耐盐和喜盐的藻类,有待大家去研究和开发利用。本文为中国北方一些盐田和盐湖的高盐水域藻类的调查结果。

## 1 材料与方法

**1.1 标本来源** 1986年4月—1987年5月在山东省青岛市东风盐场(120°18'E, 36°15'N),每月2次定点采样,计得标本48份;盐度61.0—220.0;水温-1.5—27.0℃。1986年3月—1987年4月,在天津市长芦汉沽盐场(117°47'E, 39°19'N),每月2次定点采样,计得标本24份;盐度81.0—100.0;水温-4.0—30.4℃。于1986年8月9日和1987年10月20日,在山西省运城市解池(110°50'E, 34°50'N)计得标本2份;盐度为200.0和230.0;水温为32℃和20℃。于1988年9月10日采自青海省尕海(97°04'E·

\* 中国水产科学研究院合同项目。马志珍,男,出生于1940年9月,副研究员。  
收稿日期:1993年5月7日,接受日期:1994年1月10日。

37°08'N), 标本 1 份(青海省水产研究所王基琳高级工程师赠); 盐度为 100.0。于 1990 年 7 月 11 日在新疆维吾尔自治区达坂城盐湖 (88°02'E, 43°27'N) 采得标本 1 份; 盐度为 320.0; 水温为 17.0°C, 于 1990 年 9 月 19 日在新疆巴里坤湖 (92°44'E, 43°40'N), 采得标本 1 份; 盐度为 300.0; 水温为 12.0°C。

**1.2 标本处理** 上述藻类标本(尕海除外)均取水样 5 000ml, 加碘固定, 玻璃大量桶内沉淀 48h 后, 浓缩成 100—200ml 样品, 进行镜检和计数。

**1.3 藻类种类鉴定** 主要参考朱浩然 (1963), 李明仁等 (1986)、钱凯先等 (1982)、Butcher (1959) 和 Hammer 等(1983)等文献。

## 2 结果与讨论

**2.1 藻类的主要种类** 盐田和盐湖藻类的种类组成, 有相似的地方, 也有某些差异。已鉴定出的主要种名录见表 1。

表 1 盐田和盐湖藻类的主要种类

Tab. 1 Main species of algae in salt pans and saline lakes of northern China

蓝藻门 Cyanophyta
可变球蓝藻 ( <i>Coccochloris elabens</i> )
(盐生隐杆藻 ( <i>Aphanothece halophytica</i> ))
原型微鞘藻 ( <i>Microcoleus chthonoplastes</i> ) <sup>1)</sup>
纤细颤藻 ( <i>Oscillatoria tenuis</i> )
乌氏颤藻 ( <i>O. Utermochli</i> )
聚球藻 ( <i>Synechococcus</i> sp.)
绿藻门 Chlorophyta
小球藻 ( <i>Chlorella</i> sp.) <sup>2)</sup>
多型杜氏藻 ( <i>Dunaliella polymorpha</i> ) <sup>1)</sup>
盐生杜氏藻 ( <i>D. salina</i> )
绿色杜氏藻 ( <i>D. viridis</i> )
亚心形四片藻 ( <i>Tetraselmis subcordiformis</i> ) <sup>1)</sup>
(亚心形扁藻 ( <i>Platymonas subcordiformis</i> ))
绉刚毛藻 ( <i>Cladophora crispata</i> ) <sup>2)</sup>
孤枝根枝藻 ( <i>Rhizochonium hieroglyphicum</i> ) <sup>1)</sup>
泡状胶囊藻 ( <i>Gloeocystis vesiculosa</i> ) <sup>2)</sup>
硅藻门 Bacillariophyta
二齿短缝藻 ( <i>Eunotia diodon</i> ) <sup>2)</sup>
巴豆叶脆杆藻 ( <i>Fragilaria crotonensis</i> ) <sup>2)</sup>
微小异极藻 ( <i>Gomphonema parvulum</i> ) <sup>2)</sup>
小舟形藻 ( <i>Navicula parva</i> )
喙头舟形藻 ( <i>N. rhynchocephala</i> )
新月菱形藻 ( <i>Nitzschia closterium</i> )
钝头菱形藻 ( <i>N. obtusa</i> )
糙毛斜纹藻 ( <i>Pleurosigma strigosum</i> )

1) 只在盐田中发现的种; 2) 只在盐湖中发现的种; 其余为盐田和盐湖中均有的种。

**2.2 藻类的季节分布** 盐湖的藻类标本较少, 无法反映出藻类的季节分布情况。将天津汉沽盐场的藻类季节分布列于表 2。可以看出, 除了颤藻和大型绿藻等外, 盐田中的主

要藻类是周年都有分布的。因盐田的盐池水体经常处于流动之中, 所以藻类数量的季节变化规律不像其他水域那样明显。初步可看出, 各种藻的数量以春、秋季最多, 夏季次之, 冬季最少。夏季藻类数量变化, 除与水温有关外, 可能还与卤虫、轮虫等动物的摄食有关。

表 2 天津汉沽盐场盐田 (盐度 81.0—100.0) 主要藻类数量 ( $\times 10^3$  cells/L) 的季节分布 (1986.3—1987.4)

Tab. 2 Seasonal distribution of quantity ( $\times 10^3$  cells/L) of main algal species in salt pan (81.0—100.0S) of Hangu saltern, Tianjin

季 节		春季 (3—5 月)	夏季 (6—8 月)	秋季 (9—11 月)	冬季 (12—下年 2 月)
平均水温 ( $^{\circ}\text{C}$ )		13.5	24.9	10.4	-2.3
藻 类	球 蓝 藻	370.000	320.000	340.000	0.840
	聚 球 藻	0.030	0.011	0.400	0.004
	颤 藻	0.084	0.046	0.037	—
	杜 氏 藻	0.080	0.140	0.420	0.010
	四 片 藻	0.025	0.033	0.017	0.005
	大型绿藻	+	+++	++	—
	菱 形 藻	0.045	0.014	0.023	0.005
	舟 形 藻	0.013	0.005	0.130	0.002
	糙毛斜纹藻	0.004	0.005	0.006	0.012

+ 示目测数量的多少; - 示未检测到。

2.3 藻类的盐度分布 盐田和盐湖水域生态的显著特点之一就是盐度高并变化大。因而生长繁衍在这样的生态环境中的藻类, 有其盐度分布的特点。青岛东风盐场两个不同盐度的盐池中的藻类种群数量变化的周年调查结果见表 3。可以看出, 球蓝藻、聚球藻、杜氏藻和舟形藻在低高两种盐度下都有分布。其中杜氏藻在高盐度下生长得更好, 其数量要比低盐度下多一个数量级以上。聚球藻似与盐度的关系不密切。而其它藻类的数量则随盐度增高而减少, 像四片藻、菱形藻和糙毛斜纹藻则在高盐度池中不出现。归纳起来说, 盐田和盐湖藻类的盐度分布规律是随着盐度的增加, 藻类种类的多样性下降, 而少数耐盐

表 3 青岛东风盐场两个盐度不同的盐池中的藻类种群数量 ( $\times 10^3$  cells/L) 变化 (1986.5—1987.5)

Tab. 3 Quantity variation ( $\times 10^3$  cells/L) of algal species to salinity of two salt pans in Dongfeng saltern, Qingdao (1986.5—1987.5)

季 节		春季 (3—5 月)		夏季 (6—8 月)		秋季 (9—11 月)		冬季 (12—下年 2 月)	
盐 度		73.0	204.0	82.0	179.0	61.0	177.0	67.0	187.0
藻 类	球蓝藻	51.000	17.000	24.000	10.000	39.000	2.000	1.200	0.240
	聚球藻	0.012	0.660	0.140	0.034	0.012	0.480	0.001	0.018
	颤 藻	0.090	0.013	0.130	0.015	0.550	0.018	-	-
	杜氏藻	0.200	2.300	0.250	3.600	1.900	5.400	2.000	2.900
	四片藻	0.140	-	0.044	-	0.180	-	-	-
	大型绿藻	-	-	++	-	-	-	-	-
	菱形藻	1.000	-	0.160	-	0.890	-	0.840	-
	舟形藻	0.240	0.011	0.035	0.014	0.120	0.005	-	-
	糙毛斜纹藻	0.045	-	0.034	-	0.022	-	-	-

+ 示目测数量的多少; - 示未检测到。

或喜盐种类成为绝对优势种,数量也增加。

**2.4 藻类的生态作用** 高盐水域藻类的生态作用,除了作为初级生产力,是卤虫、桡足类及原生动物的基础饵料外,对盐田来说,还有防止盐池卤水渗漏及底泥中有害物质反渗作用,以及对卤水的温度、粘度等也有很大影响,左右着原盐的质量和产量(马志珍等,1992)。几种重要藻类的生态作用如下。

**2.4.1 球蓝藻的生态作用** 本种藻是盐田和盐湖中数量最多的一种,单个细胞呈杆状或圆桶状,群体团块常呈球形或亚球形。一年四季都有出现,密度为  $10^4$ — $10^7$  cells/L,个别月份高达  $10^8$  的数量级,在盐田蒸发区水域内,生长繁殖得最好,呈亮绿色,成为该水域的优势种,能抑制其它藻类的生长。盐度达 200.0 以上时,藻呈浅绿色,逐渐死亡分解,释放出大量的多糖粘液。刮风天,在下风头的池边会形成数尺高的泡沫。会影响卤水的蒸发,使盐的质量下降。球蓝藻成优势种的盐池,在夜间会形成嫌气性条件,引起卤虫等动物的死亡(马志珍等,1992)。室内试验表明,健康的卤虫拟成虫和成虫能滤食球蓝藻,可正常生长发育。当卤虫密度达到 100 个/L 时,可有效地控制球蓝藻的过盛繁殖。但卤虫幼虫不能以球蓝藻作为单一饵料而生长成活。有效地控制球蓝藻在盐池中的过分生长繁殖,对提高卤虫的产量有重要意义,也是提高原盐产量和改善原盐质量的重要途径之一。

**2.4.2 微鞘藻等几种底栖性藻类的生态作用** 微鞘藻、颤藻、舟形藻和糙毛斜纹藻等能在盐池底部形成一层厚厚的垫层,能有效地防止卤水的渗漏。据 1986 年在汉沽盐场新建的盐池试验表明,新池的渗漏量为 0.20mm/d,当经半年多时间形成一层藻垫时,渗漏量为 0.04mm/d,降低了 80%。这些藻类含蛋白质较丰富,死亡分解后的碎屑和有机物质可作盐池中卤虫等动物的适宜饵料。另外这些蓝藻中的某些种类具有固氮作用,在盐池的氮循环中起着积极的作用。

**2.4.3 大型绿藻的生态作用** 在盐度较低和比较浅的盐池中,常常会生长许多刚毛藻和根枝藻等大型绿藻,在这些大型绿藻生长旺盛时,能吸收水中大量的氮、磷等养分,也能抑制其它浮游藻类的生长,使盐池卤水变得很清澈,这些大型绿藻能将大量营养物质固定在盐田的蓄水区和蒸发区,减少营养物质带到结晶区,这有利于原盐质量的提高。但这些藻过分的生长繁殖,常常覆盖整个盐池池面,影响卤水的蒸发,并且会妨碍卤虫的运动,有时会把卤虫困死在藻丛中。所以当这些绿藻过分旺盛生长时,可以人工捞取清除。作者曾将这些藻磨碎投喂卤虫,卤虫可以正常生长发育。大型绿藻死亡分解后,形成的碎屑和有机物质,也可以作卤虫的饵料。

**2.4.4 杜氏藻的生态作用** 杜氏藻属中的某些种能生活在超饱和的卤水中,是高盐水域中最重要的藻类之一。杜氏藻除了是卤虫等高盐动物的最适宜饵料外,因为盐生杜氏藻等含有丰富的  $\beta$ -胡萝卜素和甘油等有用物质,所以被列为盐田生物资源开发利用的最重要的对象之一。目前国内外都采用高温(25—30℃)、高盐(100.0—200.0)和强光(20 000—30 000lx)来培养杜氏藻,以促进藻的生长繁殖和  $\beta$ -胡萝卜素等的累积(潘俊敏,1991; Borowitzka et al., 1988)。而我国北方温度偏低,南方雨季较长,很难满足杜氏藻的高温 and 强光的要求。所以分离筛选适合我国生态环境的杜氏藻的优良品系很有必要。作者于 1987 年 8 月在天津汉沽盐场分离到一种盐生杜氏藻 878 品系,经初步试验表明,该品系在  $25^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , 4 000lx 下,在盐度 50.0 和 100.0 下培养,藻液呈绿色,而在盐度

150.0 和 200.0 下培养,藻液则呈桔黄色和桔红色。说明该品系在较低的温度和光照下,也能累积较多的  $\beta$ -胡萝卜素,所以分离筛选适合我国自然条件下生长的优良杜氏藻品系是能成功的。

### 3 结语

调查表明,对高盐水域的生态系可以通过人为干与,进行理想控制,达到良好的生态平衡。如藻类较少的水域,可以通过人工施肥和人工接种等方法促进藻类生长繁殖,以满足卤虫的摄饵需要,提高卤虫的产量,以及促进盐田池底藻垫的形成。如果盐池中藻类繁殖过盛,一般认为球蓝藻的密度达到  $10^8$  cells/L 数量级时,对盐业生产就有危害。这可以通过投放卤虫无节幼体等方法来加以调节,以免影响盐业生产。高盐水域生物学的研究历史较短,还有许多研究空白,开辟高盐水域生物学研究的新领域,对指导盐业生产和开发利用盐田生物资源,有极为重要的意义。

### 参 考 文 献

- 马志珍等,1992,盐田生物资源开发利用的研究,海洋与海岸带开发,9(3): 1—8。  
马志珍,1993,中国卤虫生物地理分布的研究,现代渔业信息,8(9): 19—26。  
朱浩然,1963,中国色球藻科志,南京大学学报(生物学),1: 93—201。  
李明仁等,1986,山东盐田数种杜氏藻 (*Dunaliella* spp.) 的分类研究,山东海洋学院学报,16(4): 36—44。  
李明仁等,1988,山东省两个盐场的盐田生态初步调查报告,海洋湖沼通报,3: 68—75。  
郑绵平等,1985,西藏扎布耶盐湖嗜盐菌、藻的发现和地质生态学意义,地质学报,2: 162—171。  
钱凯先等,1982,一种高盐习性蓝藻 (*Microcoleus chthonoplassis*) 在我国的发现及其经济意义,南京大学学报,藻类专辑: 115—120。  
潘俊敏,1991,环境因子对卤水鞭毛藻——盐生杜氏藻的生长和色素的影响,盐田生物技术国际研讨会论文集(天津),182—186。  
Borowitzka, M.A., et al., 1988, *Dunaliella*, In "Microalgal biotechnology", Cambridge University Press (London), pp. 27—58。  
Butcher, R.W., 1959, An introductory account of the smaller algae of British coastal waters. Part 1: Introduction and *Chlorophyceae*. Her Majesty's stationary office, London, 74pp.  
Davis, J.S., 1978, Biological management of solar saltworks. Proc. Vth international symposium on salt. 2:265—268。  
Hammer, U.T., et al., 1983, The distribution and abundance of algae in saline lakes of Saskatchewan, Canada, Hydrobiologia, 105(1): 1—26。

## PRELIMINARY STUDIES ON ALGAE IN SALT PANS AND SALINE LAKES OF NORTHERN CHINA

Ma Zhizhen

(*Yellow Sea Fisheries Research Institute, CAFS, Qingdao 266003*)

### ABSTRACT

From March, 1986 to September, 1990, samples of mainly planktonic algae were collected from 3 salt pans and 4 saline lakes (salinity 61.0—320.0) in northern China. Among all the samples, 72 water samples were collected twice per month from the Dongfeng saltern in Qingdao and from the Hangu saltern in Tianjin and 5 water samples of saline lakes were collected randomly from Xie Chi in Shanxi Province, Ga Hai in Qinghai Province, Dabancheng saline lake and Barkol Lake in the Xinjiang Autonomous Region. Of the 21 species identified, 5 species were blue-green algae, 8 species green algae and 8 species diatoms. Although these algae were halotolerant or halophilic species, in general, the species diversity was inversely related to the salinity of the salt pans or lakes. The observed biomass of algae was large in Spring and Autumn, Summer, small in Winter, in-between in Summer. The variety of algal biomass in summer was possibly related to grazers such as brine shrimps, rotifers and protozoans. The ecological significance of algae in high saline waters and exploitation of algal resources are discussed in this paper.

**Key words** Algae Salt pan Saline lake Northern China