

# 晋南和银川地区盐水和超盐水体的浮游动物

何志辉、秦建光、王洪起、王志远、夏昕  
(大连水产学院)

## 提要

1981—1984年在晋南和银川地区7个采样区,盐度0.5—28.6‰间采集222个水样,共见到浮游动物57种,其中轮虫32种,鳃足类14种,桡足类11种。根据出现率和平均密度,下列23种是区系的主要种或较主要种:褶皱臂尾轮虫、角突臂尾轮虫、壶状臂尾轮虫、萼花臂尾轮虫、方尖削叶轮虫、月形腔轮虫、针簇多肢轮虫、爱德里亚狭甲轮虫、环顶巨腕轮虫、蒙古裸腹溞、直额裸腹溞、大型溞、一种象鼻溞、矩形尖额溞、盐水卤虫、亚洲后镖水蚤、直刺北镖水蚤、近邻剑水蚤、短角异剑水蚤、广布中剑水蚤、等刺温剑水蚤和扁平小剑水蚤。

除了盐水卤虫外,无论盐水种和淡水种在这里出现的最高盐度均较其他作者记载的为高。

文中讨论了盐水动物区系的相似性、内陆水各种浮游动物的耐盐性和盐度与群落多样性指数的关系等问题。

**关键词** 盐水和超盐水浮游动物,内陆水,晋南和银川地区,耐盐性

关于我国内陆盐水和超盐水体的浮游动物情况,迄今所知甚少。在沈嘉瑞等<sup>[1]</sup>和蒋燮治等<sup>[6]</sup>的专著中曾涉及某些分布于我国的盐水桡足类和枝角类以及某些淡水甲壳类在盐水水体的出现;龚循矩<sup>[3]</sup>在《西藏高原的轮虫》中也提到一些盐水种和淡水喜盐种。但是所有这些资料中几乎都没有分布水体的盐度和其它水化学材料,更没有浮游动物的定量数据。近年对某些半咸水湖曾作过渔业生物学调查,但除了青海湖和达里湖外,其它湖泊盐度都很低,浮游动物情况与淡水湖相近。

晋南地区和银川地区均位于我国暖温带干旱和半干旱气候带,年降水量一般在250—500毫米以内,而蒸发量接近2000毫米。天然水在蒸发浓缩过程中盐度经受着缓慢而大幅度的年变化,有些水体逐渐盐碱化并形成许多或大或小的盐湖、盐沼等。最近几年我们在进行黄河流域渔业资源调查工作中,为了摸清这类水体在渔业方面的可利用性,对其中一些代表性水体进行了水化学和水生生物学的调查,本文报道浮游动物方面的研究结果。

## 材料和方法

1982年5月和9月以及1984年5月在晋南的硝池、盐池、北门滩、伍胜湖渔场、永济

渔场和宁夏省银川地区的西湖和各类泡沼进行了多次采样调查，总共采到水化学和浮游动物定量水样 222 号。

水化学水样用采水瓶采取，由于都是浅水水体，一般仅采表层水。 $\text{pH}$  值在现场用电位计测定。其余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”测定氯离子、硫酸根离子、碳酸氢根离子、碳酸根离子、钙离子和镁离子的含量；钠，钾离子量按离子平衡法推算。8 个主要离子值总和即为水的含盐量(克/升)，再按各水样的比重换算为盐度(‰)。大型浮游动物鳃足类、桡足类的定量系采水 10—30 升，用 25 号筛网过滤浓缩到 50—100 毫升，在室内经 24 小时沉淀再浓缩到 10—20 毫升，然后在解剖显微镜下全部计数。轮虫和无节幼体的定量用浮游植物样品再浓缩后，分次共观察计数 1 毫升。此外还用筛网在采样点反复拖曳 5—10 分钟以获取定性样品。镜视计数结果按容积法计算各类动物的生物量和浮游动物总量(毫克/升)。

多样性指数 ( $H$ ) 按 Shannon-Weaver 经 Lloyd 等<sup>[16]</sup>简化后的公式计算。

## 结 果

### (一) 水体的化学状况和浮游动物种数及生物量

所调查的水体仅硝池和银川西湖为面积较大的湖泊，其余均为大小不等的池沼和水

表 1 水体的主要化学状况和浮游动物的种数及生物量

Table. 1 Main chemical features, the number of species, and biomass of zooplankton in the water bodies investigated

水体 (1)	水样 数 <sup>*</sup> (9)	盐度 ‰ (10)	氯化物 克/升 (11)	碱度 mmol/L (12)	$\text{pH}$ 值 (13)	$\frac{\text{Na}^+ + \text{K}^+}{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}}$ (14)	浮游动物种数(15)				生物量 毫克/ 升 (20)
							轮虫 (16)	鳃足类 (17)	桡足类 (18)	总计 (19)	
硝池 (2)	11	10.2—98.5	2.46—29.8	3.79—7.05	8.6—9.4	1.99—2.51	10	5	6	21	5.64
盐池 (3)	20	3.6—286	0.52—139.4	2.49—22.4	7.5—10.6	1.12—7.83	18	5	5	28	12.6
北门滩 (4)	4	5.6—13.4	0.21—2.95	6.20—13.29	8.2—10.3	1.75—1.97	10	1	3	14	5.3
伍胜湖渔场 (5)	5	7.9—88	1.91—24.9	2.52—7.19	8.6—10.0	2.42—4.54	5	1	2	8	4.15
永济渔场 (6)	2	18.3—19.5	7.3—7.8	8.72—12.46	8.9—9.1	1.90—2.07	4	1	0	5	4.95
银川西湖 (7)	4	8.1—11.2	1.25—3.32	2.32—5.97	8.2—8.3	2.88—4.49	7	1	2	10	7.87
银川池沼 (8)	168	0.5—165.2	0.06—?	1.75—6.49	8.3—10.2	0.90—3.67	25	10	4	39	0.14

(1) Water bodies (2) Lake Xiaochi (3) Ponds of Yanchi (4) Pool Beimentan (5) Wushenghu fish farm (6) Yongji fish farm (7) Lake Xihu, of Yinchuan (8) Ponds and pools in Yinchuan (9) Number of sample (10) Salinity(‰) (11) Chloride (mg/l), (12) Alkalinity (me/l), (13)  $\text{pH}$  value, (14) Ratio of monovalent to divalent ions, (15) Number of species (16) Rotifer, (17) Branchiopod (18) Copepoda (19) Total, (20) Biomass (mg/l)

\* 另有 4 个高盐度水样无浮游动物，未计算在内。

渠。各水体的水样数、水化学状况和浮游动物种数及生物量列于表 1。

从表 1 可见：水样的盐度变动于 0.5—286‰ 之间，除银川西湖和永济渔场因水样数少且在同一时间采样，因而盐度差别较小外，其余水体盐度的变幅都相当大。随着盐度的变化，其他水化学因素也发生不同程度的变化。

大多数水样属硫酸盐型,所以氯离子、碱度和 pH 值都不太高,离子系数(一价阳离子和二价阳离子的当量比)也不算高。

浮游动物种数以银川池沼最多为39种,盐池和硝池次之为28和21种,其余水体仅见到5—14种。种数多少基本上与水样数成比例。

浮游动物生物量以盐池最高为12.6毫克/升,银川池沼最低,仅0.14毫克/升,其余水体在4—8毫克/升之间。

## (二) 浮游动物的种类及其分布和密度以及主要种类与盐度及 pH 的关系

两地区总共采到浮游动物 57 种,其中轮虫 32 种,鳃足类 14 种, 拙足类 11 种。从数量看也是轮虫最高,平均 149 个/升,拙足类次之, 33 个/升, 鳃足类更次之, 仅 2.7 个/升。此外尚见到介形类(表 2, 3)。

表2 浮游动物名录及其分布、出现率、平均密度和最大密度、最高盐度和最高pH值

Tab. 2 Distribution, rate of occurrence, mean and maximum density, maximum environmental salinity and pH for the zooplankton species collected

续表

浮游动物名录 (1)	分布水体 (2)								平均密度 个/升 (11)	最大密度 个/升 (12)	最高盐度 ‰ (13)	最高pH值 (14)
	硝池	盐池	北门滩	伍门湖	永济渔场	银川西湖	银川沼泽	出现率 % (10)				
	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)					
月形腔轮虫 <i>Lecane luna</i> (Müller)	+	+	+	+	+	16.2	2.5	25	18.2	10.3		
共趾腔轮虫 <i>Lecane sympoda</i> Hauer	+			+	+	0.9	0.1	8	6.8	8.9		
矛趾腔轮虫 <i>Lecane hastata</i> (Murray)	+								4.9	9.7		
蹄形腔轮虫 <i>Lecane ungulata</i> (Gosse)	+					0.9	0.1		10.9	9.4		
尖趾单趾轮虫 <i>Monostyla closterocerca</i> Schmarda					+	1.8	0.1	11	5.6	9.4		
囊形单趾轮虫 <i>Monostyla bulla</i> Gosse	+					0.5	0.1		4.95	8.5		
单趾轮虫 <i>Monostyla</i> sp.		+				0.9	0.1		15.9	10.3		
晶囊轮科 <i>Asplanchnidiae</i>												
晶囊轮虫 <i>Asplanchna</i> sp.		+			+	5.0	0.2	16	16.8	9.5		
椎轮科 <i>Notommatidae</i>												
椎轮虫 <i>Notomma</i> sp.						+	5.0	0.4		25.0	9.9	
异尾轮科 <i>Trichocercidae</i>												
异尾轮虫 <i>Trichocerca</i> sp.		+			+	0.9	4.5	12	4.9	9.9		
对棘同尾轮虫 <i>Diurella stylata</i> (Gosse)					+	0.9	0.1	8	2.1	10.1		
疣毛轮科 <i>Synchaetidae</i>												
针簇多肢轮虫 <i>Polyarthra trigle</i> Ehrenberg	+	+	+		+	19.8	1.0	20	16.9	10.3		
长圆疣毛轮虫 <i>Synchaeta oblonga</i> Ehrenberg	+					0.9	0.1		34.6	8.6		
镜轮科 <i>Testudinellidae</i>												
盘状镜轮虫 <i>Testudinella potina</i> (Hermann)						+	1.4	0.2	24	12.5	9.5	
扁平泡轮虫 <i>Pompholyx complanata</i> Gosse						+	0.5	0.1		0.9		
长三肢轮虫 <i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg)	+			+		0.9	0.1		19.5	8.9		
较大三肢轮虫 <i>Filinia maior</i> (Golditz)					+	0.5	0.2	20	1.9	9.7		
环顶巨腕轮虫 <i>Pedalic fennica</i> (Levander)	+	+	+	+	+	13.5	39.3	2213	74.4	10.6		
鳃足类 <i>Branchiopod</i>												
无甲目 <i>Anostraca</i>												
卤虫科 <i>Artemiidae</i>												
盐水卤虫 <i>Artemia salina</i> Linneaus	+	+			+	4.1	0.2	19.9	157.8	9.6		
双甲目 <i>Diplostraca</i>												
仙达溞科 <i>Sididae</i>												
长肢秀体溞 <i>Diaphanosoma leuchtenbergianum</i> Fischer							3.2	0.1	6	2.62		
溞科 <i>Daphniidae</i>												
大型溞 <i>Daphnia magna</i> Straus	+				+	5.0	0.4	76	13.6	9.7		
平突船卵溞 <i>Scapholeberis mucronata</i> (O. F. Müller)					+	0.5	0.1	3	1.73	10.1		
壳纹船卵溞 <i>Scapholeberis kingi</i> Sars					+	0.5	0.1		18.03			
拟老年低额溞 <i>Simocephalus vetuloides</i> Sars					+	1.8	0.1	5	5.43			
棘瓜网纹溞 <i>Ceriodaphnia reticulata</i> (Jurine)					+	0.5	0.1		14.1			
裸腹溞科 <i>Moinidae</i>												
直额裸腹溞 <i>Moina rectirostris</i> (Leydig)	+	+	+	+	+	14.4	0.9	65	18.34	10.0		
蒙古裸腹溞 <i>Moina mongolica</i> Daday	+	+			+	7.2	1.6	275	165.2	9.5		

续表

浮游动物名录 (1)	分布水体 (2)								平均密度 个/升	最大密度 个/升	最高盐度 ‰	最高 pH 值 (14)
	硝盐池 (3)	北门滩 (4)	伍胜湖 (5)	永济渔 场 (6)	银川西 湖 (7)	银川池 沼 (8)	出现率 ‰ (10)					
	(9)	(11)	(12)	(13)								
象鼻溞科 Bosminidae												
象鼻溞 <i>Bosmina</i> sp.	+						1.8	0.1	6	98.5	9.4	
盘肠溞科 Chydoridae												
点滴尖额溞 <i>Alona guttata</i> Sars							+	0.5	0.1		119.9	9.4
矩形尖额溞 <i>Alona rectangularis</i> Sars	++						+	9.5	0.1	154	13.8	9.7
秀体尖额溞 <i>Alona diaphana</i> King	++							0.9	0.1	178	13.1	10.3
圆形盘肠溞 <i>Chydorus sphaericus</i> (O. F. Müller)	+						+	1.8	0.1		18.1	9.2
桡足类 Copepoda												
哲水溞目 Calanoida												
胸刺水溞科 Centropagidae												
汤匙华哲水溞 <i>Sinocalanus dorrii</i> (Brehm)	+						1.4	0.2		98.9		
镖水溞科 Diaptomidae												
亚洲后镖水溞 <i>Metadiaptomus asiaticus</i> (Uljanin)	++	+					9.5	2.8	211	18.5	9.3	
直刺北镖水溞 <i>Arctodiaptomus rectispinosus</i> Kikuchi	+						1.4	1.1	70.6	18.5	9.3	
剑水溞目 Cyclopoida												
剑水溞科 Cyclopidae												
锯缘真剑水溞 <i>Eucyclops serrulatus serrulatus</i> (Fischer)	+						+	0.9	0.1		15.9	9.6
英勇剑水溞 <i>Cyclops strenuus</i> Fischer	+						+	0.9	0.1		79.2	
近邻剑水溞 <i>Cyclops vicinus</i> Uljanin	+						+	45.0	0.8	10.2	10.6	9.3
扁平小剑水溞 <i>Microcyclops urnoi</i> Kiefer	++	+	+				3.2	0.3	500		13.8	10.6
短角异剑水溞 <i>Apocyclops royi</i> (Lindberg)							5.0	1.3	262		48.9	9.4
广布中剑水溞 <i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus)		+		+	+		8.6	0.1			18.0	9.9
台湾温剑水溞 <i>Thermocyclops taihokuensis</i> Harada							+	0.5	0.1			12.6
等刺温剑水溞 <i>Thermocyclops kawamurai</i> Kikuchi	++	+	+	+	+		4.1	0.1			117.9	9.7
无节幼体 Nauplius	++	+	+	+	+	+	54.1	14.5	1040		140.9	10.1

(1) Species list (2) Water bodies (3) Lake Xiaochi (4) Ponds of Yanchi (5) Pool Beimentan (6) Wushenghu Fish Farm (7) Yongji Fish Farm, (8) Lake Xihu of Yinchuan (9) Ponds and pools of Yinchuan (10) Rate of occurrence(%) (11) Mean density (ind/l) (12) Maximum density (ind/l) (13) Maximum salinity (14) Maximum pH value

轮虫类分属于 7 科 20 属, 其中出现率最高、数量最大的首推褶皱臂尾轮虫和环顶巨腕轮虫。褶皱尾轮虫在盐度 1—142.7‰ 之间都有出现, 在 10—20‰ 间出现率最高, 在 30—40‰ 间数量最大, 最高 pH 值为 10.6。环顶巨腕轮虫出现的盐幅为 4.9—74.4‰, 在 10—40‰ 间较常见, 在 8—14‰ 间数量较多, 最高 pH 为 10.6。

出现率和数量较高的尚有角突臂尾轮虫、花簇臂尾轮虫、萼花臂尾轮虫、月形腔轮虫和针簇多肢轮虫。角突臂尾轮虫出现的最高盐度为 68.9‰, 最高 pH 为 9.9, 在盐度 4—6‰ 和 20—30‰ 间数量较大, 出现率也较高。花簇臂尾轮虫最高盐度为 18.7‰, 最高 pH 为 10.30, 盐度 4—14‰ 间出现率较高, 6—8‰ 间数量较大。萼花臂尾轮虫最高盐度为

表3 浮游动物主要种类在不同盐度区的出现率(%)和密度(个/升)

Tabelle 3 The rate of occurrence (%) and mean density (number per liter) of the main species of zooplankton in different salinity ranges

种类(3)	水样数(2)	盐度% (1)		0—2	2—4	4—6	6—8	8—10	10—12	12—14	14—16	16—18	18—20	20—30	30—40	40—100	100—200
		81	38	21	22	8	6	11	5	5	6	3	2	10	4		
Brachionus plicatilis	20.0 1.4	28.9 9.1	61.9 117.2	86.4 181.4	87.5 107.3	100 407	100 10.9	100 53.5	80.0 3.2	100 329.3	66.7 70.0	50.0 77	60.0 53.0	25.0 10.0			
B. angularis	21.0 1.2	15.8 0.7	33.3 27.9	9.1 0.4	12.5 0.1	18.2 8.3	18.2 8.3	18.2 0.3	16.6 1.3	33.3 10.0			20.0 0.1				
B. capsuliflorus	1.2 0.1	5.3 0.5	38.1 2.8	36.4 7.6	12.5 0.1	83.3 1.0	27.3 1.0				16.7 0.5						
B. calyciflorus	22.2 3.6	13.2 3.7	28.6 12.3	9.1 0.8	12.5 0.5	16.7 6.7	27.3 1.0										
B. urceus			9.5 25.7	4.5 0.5	12.5 0.5		18.2 1.0		20.0 0.1								
Notholca acuminata quadrata			4.8 0.1	4.5 0.1		16.7 1.5	54.5 2.5						16.7 0.1				
Lecane luna	11.1 0.7	7.9 0.1	33.3 1.0	36.4 9.6	37.5 25.0	16.7 8.3	9.1 0.1		20.0 0.1		50.0 0.2						
Polyarthra trile	21.0 1.2	15.8 0.7	33.3 1.7	31.8 2.5		54.5 0.1			20.0 0.1								
Colurella adriatica	1.2 0.1		23.8 0.1		37.5 9.3	33.3 1.0	9.1 3.0			16.7 7.1			50.0 0.1				
Pedalia fennica			4.8 32.4	9.1 4.5	12.5 27.8	83.3 62.6	27.3 123.5		20.0 1.0	50.0 31	66.7 30.0	50.0 1.0	20.0 32.3				
Moina mongolica			4.8 0.1	4.5 0.1		66.7 2.0	63.6 0.3		20.0 9.2	16.7 0.1	66.7 91.7		25.0 0.1				

续表

水样数 (2)		盐度‰ (1)	0.5—2	2—4	4—6	6—8	8—10	10—12	12—14	14—16	16—18	18—20	20—30	30—40	40—100	100—200
种类 (3)																
<i>M. rectirostris</i>	81	38	21	22	8	6	11	5	5	6	3	2	10	4		
<i>Daphnia magna</i>																
<i>Bosmina</i> sp.																
<i>Alona rectangularis</i>	6.2	7.9	14.3	13.6	0.1			66.7	27.3	0.2						
<i>Artemia salina</i>											9.0	0.1				
<i>Metadiaptomus asiaticus</i>						4.5	0.1		16.7	72.7	49.9					
<i>Arctodiaptomus rectispinosus</i>						4.8	0.1					9.1	0.1			
<i>Cyclops vicinus</i>	66.7	47.4	57.1	40.9	0.6			62.5	33.3	0.1						
<i>Apocyclops royi</i>				9.5	0.1			12.5	50.0	46.1						
<i>Mesocyclops leuckartii</i>				19.0	13.6	0.1		75.0	33.3	0.3						
<i>Thermocyclops kawamurai</i>				9.5	13.6	0.1		12.5	33.3	0.4						
<i>Microcyclops urnoi</i>									4.5	33.3	2.0					
<i>Nauplius</i>	60.8	57.9	38.1	36.4	0.4			37.5	50.0	12.6						

(1) Salinity(‰) (2) Number of samples. (3) Species list

表 4 不同盐度区间浮游动物的种类、数量、生物量和多样性指数  
Tab. 4 Number of species, mean density, biomass and diversity index of zooplankton in different salinity ranges

		盐 度 % (1)														
		0.5—2	2—4	4—6	6—8	8—10	10—12	12—14	14—16	16—18	18—20	20—30	30—40	40—100	100—200	
轮虫 (2)		17	11	20	12	8	9	13	2	6	9	5	5	4	1	
		数量个/升(8)	11.7	16.4	271.2	209.4	142.8	1051.2	151.7	54.3	4.6	373	111.4	78.3	562.6	1.0
鳃足类 (3)		5	4	5	5	2	5	6	1	1	4	1	0	4	1	
		数量个/升(8)	1.0	2.7	0.5	6.8	0.2	4.9	0.8	0.1	9.2	0.4	91.7	0	3.1	9.5
桡足类 (4)		3	3	6	6	7	6	7	2	3	6	2	0	5	1	
		数量个/升(8)	3.0	0.9	16	71.7	23.2	62.4	103.2	0.5	0.5	26.4	116.8	0	8.3	8.5
总计 (5)		25	18	31	23	16	21	25	5	10	19	8	5	13	3	
		生物量毫克/升(9)	0.12	0.20	0.49	2.91	1.92	12.2	3.87	0.05	0.64	2.38	12.3	0.90	6.13	3.51
多样性指数 (6)		1981	1.170	1.065	0.861	0.726	0.693	—	0.849	0.229	0.203	1.280	1.661	—	0.494	1.156
		1984	0.670	1.430	0.410	1.435	1.420	1.127	1.604	—	0.750	—	—	0.160	0	

(1) Salinity (%) (2) Rotifer (3) Branchiopod (4) Coopepoda (5) Total (6) diversity index (7) Number of species (8) density (ind/l)

(9) biomass (mg/l)

13.6‰, 最高 pH 为 9.94, 盐度 4—6‰ 间出现率和数量较多。月形腔轮虫最高盐度为 18.2‰, 最高 pH 为 10.30, 盐度 6—12‰ 间数量较多。针簇多肢轮虫最高盐度为 16.9‰, 0.5—8‰ 间数量较多, 最高 pH 达 10.3。

鳃足类分别属于 2 目 6 科 10 属, 其中出现率和数量较高的为蒙古裸腹溞、大型溞和直额裸腹溞。蒙古裸腹溞在盐度 4—16.5‰ 之间均有出现, 在 10—30‰ 之间出现率较高, 最高密度发现于盐度 22.9‰ 的水中, 最高 pH 值为 9.45。大型溞最高盐度为 13.6‰, 6—12‰ 间数量较多, 最高 pH 为 9.73。直额裸腹溞最高盐度为 18.3‰, 在 0.5—8‰ 之间数量较多, 最高 pH 为 10.03。

桡足类分别属于 2 目 3 科 9 属, 其中出现率和数量较高的为亚洲后镖水溞、短角异剑水溞和近邻剑水溞。亚洲后镖水溞最高盐度为 18.5‰, 最高 pH 为 9.25, 在盐度 12—14‰ 时出现率和数量都最大。短角异剑水溞最高盐度为 48.9‰, 最高 pH 为 9.40, 盐度 10—12‰ 时数量最多。近邻剑水溞最高盐度为 10.6‰, 最高 pH 为 9.25, 数量一般不高。无节幼体几乎在所有盐度区出现率和数量都很大, 最高盐度达 140.9‰, 最高 pH 达 10.1。

此外, 壶状臂尾轮虫、爱德里亚狭甲轮虫、方尖削叶轮虫、一种象鼻溞、矩形尖额溞、盐水卤虫、扁平小剑水溞、等刺温剑水溞和直刺北镖水溞有时数量较多并在某些水样中占优势。

其余 30 种都较少见, 数量也不多。

### (三) 不同盐度区间浮游动物的种、量和多样性指数

轮虫类、鳃足类和桡足类的种数和数量以及浮游动物总种数和生物量, 与盐度之间都没有规律性的联系; 多样性指数和盐度间也没有显著的相关(表 4)(1981 年  $r = 0.391$ ,  $n = 12$ , 1984 年  $r = 0.294$ ,  $n = 9$ )。

## 讨 论

1. 在 1982 和 1984 两年的调查中共见到浮游生物 57 种、显然尚有一些种类未曾见到, 有些水样在鉴定中可能有遗漏, 实际种数应该更多些, 但所得结果基本上反映了我国干旱地区盐水和超盐水体中浮游动物的种类组成和数量分布的概貌。

根据出现率和数量下列 23 种应是晋南和银川地区盐水浮游动物的主要或较主要分成。

轮虫类 褶皱臂尾轮虫、环顶巨腕轮虫、角突臂尾轮虫、花簇臂花尾虫、萼花臂尾轮虫、月形腔轮虫、针簇多肢轮虫、爱德里亚狭甲轮虫、壶状臂尾轮虫和方尖削叶轮虫。

鳃足类 蒙古裸腹溞、直额裸腹溞、大型溞、盐水卤虫、矩形尖额溞和一种象鼻溞。

桡足类 亚洲后镖水溞、短角异剑水溞、近邻剑水溞、扁平小剑水溞、直刺北镖水溞、广布中剑水溞和等刺温剑水溞。

在所有 57 种浮游动物中, 褶皱臂尾轮虫、环顶巨腕轮虫、蒙古裸腹溞、短角异剑水溞、等刺温剑水溞、亚洲后镖水溞、有刺北镖水溞和盐水卤虫均已记载为盐水种。角突臂尾轮

虫是我国淡水中最常见轮虫之一,但在美国的 Hot 湖(盐度约 32‰)<sup>[19]</sup> 和土耳其的 Van 湖(盐度约 23‰)<sup>[19]</sup> 均有发现, Боратова (1980)<sup>[25]</sup> 曾列之为盐水种, 我们在多盐水(18—30‰ 为多盐水)和超盐水(>40‰ 为超盐水)中都有发现, 看来本种应为盐水种。爱德里亚狭甲轮虫在我国淡水中是不常见的种类<sup>[2]</sup>, 在 Van 湖和国外其它咸水湖常有记载, 我们在超盐水中见到, 也应列为盐水种。方尖削叶轮虫是我国特有的新亚种, 王家楫<sup>[2]</sup> 首先在青海一个盐碱性水体中发现, 以后龚循矩<sup>[3]</sup> 又在西藏羊卓雍错湖咸水中见到, 也属盐水种。一种象鼻溞仅出现于晋南超盐水体, 更是盐水种无疑。总计盐水种有 12 个, 约占总种数的 21.4%。这 12 种全系主要种和较主要种, 在数量上占轮虫总个数的 87.6%, 鳃足类总个数的 70.4% 和桡足类总个数的 36%。

由于山西和宁夏两处的水生生物过去很少作过调查研究, 表 2 中所列种类绝大多数是两省的新记录, 其中蒙古裸腹溞是中国枝角类的新记录。据 Goulden<sup>[13]</sup> 的记载, 本种为旧大陆唯一的盐水裸腹溞, 原有的分布区是从北非横贯中东和苏联中部到蒙古人民共和国。近年 Comin 等<sup>[10]</sup> 在西班牙的 Gallocanta 也有发现。仅在晋南超盐水出现的一种象鼻溞以及其它一些未定种也可能是中国新记录或新种。

晋南和银川两地均位于黄河中游, 地理位置相近, 气候和水质条件也类似, 前述主要种和较主要种绝大多数都是两地共有的, 但环顶巨腕轮虫在晋南分布极为普通, 而银川地区仅在西湖见到, 裂足轮虫仅在银川发现, 一种象鼻溞、亚洲后镖水溞和直刺北镖水溞仅在晋南见到。这种情况可能与历史因素有关, 也难免因采样和鉴定时的遗漏而造成的。

在我国经过较深入调查的两个中盐(5—18‰ 为中盐水)湖中, 如不计算未定种, 则青海湖<sup>[3]</sup> 的轮虫和枝角类 100% 在这里见到, 桡足类有 33% 见到; 达里湖<sup>[4]</sup> 轮虫 77%、枝角类 40% 和桡足类中已鉴定的 2 种都在这里见到。

Macan<sup>[18]</sup> 总结美洲、非洲和亚洲许多盐水湖资料后指出, 这些湖泊一个共同特点是动物区系均由卤虫、轮虫、枝角类、桡足类、划蝽类 (Corixidae) 和水蝇类 (Ephydredae) 组成。其中轮虫类最常见的为褶皱臂尾轮虫、角突臂尾轮虫和环顶巨腕轮虫, 桡足类最常见为草绿刺剑水溞 (*Acanthocyclops viridis*), 枝角类以裸腹溞属种类为主。我们没有作水生昆虫的调查, 从浮游动物的区系组成和主要种类来看, 除未见到草绿刺剑水溞外均与之相似。在 Macan 所列的其他 8 种浮游动物中, 莲花臂尾轮虫、爱德里亚狭甲轮虫, 较大三肢轮虫和矩形尾甲轮虫也在这里见到。

Beadle<sup>[8]</sup>、Macan<sup>[18]</sup>、Bayly 和 Williams<sup>[7]</sup> 等都一再指出内陆盐水动物区系是由淡水动物演化而成。淡水生物的一个显著特点是大多数种类(特别是轮虫和枝角类)具有广泛的世界性分布, 这也是各地区盐水动物区系极为相似的原因。淡水桡足类的地理分布比较明显, 这点也反映在各地盐水桡足类区系的差别上。

Williams<sup>[23]</sup> 指出, Macan 关于盐水湖动物区系特点的说法不适用于澳大利亚, 但最低程度可以说在北半球盐水动物区系是非常相似的。

2. 所调查水体中, 浮游动物分布的盐度上限为 165.2‰, 在 4 个盐度超过 200‰ 的水样中均未见到动物, 这点应与极高盐度的水体所采水样数不多有关。例如, 盐水卤虫是最耐高盐的动物, 其分布的盐幅国外的材料为 31.3—330‰<sup>[13]</sup>, 我们在 12.5—120‰ 间见到,

下限较记载的为宽,上限则低得多。

褶皱臂尾轮虫的盐幅国外的材料为 1—97 克/升,上限可达 200 克/升(约等于 172.4‰), Walker<sup>[21]</sup> 在述评中以为后者是明显的印刷错误。我们在盐度 142.7‰ 中见到本种一事,说明上限可达 200 克/升的数据还是可信的。

环顶巨腕轮虫在澳大利亚西部湖泊出现的盐幅为 8—60‰<sup>[12]</sup>,我们在 4.9—74.4‰ 间见到,无论上限和下限都较上述记载为宽。

角突臂尾轮虫已记载的分布盐度达 32‰(Hot 湖),我们在银川一个盐度 68.9‰ 的盐沼中见到。爱德里亚狭甲轮虫曾在 Van 湖盐度 22.9‰ 的水中出现,我们见到的最高盐度达 47.1‰。方尖削叶轮虫是我国发现的新亚种,过去无生活水体的盐度记录,我们发现的最高盐度为 18.2‰。

蒙古裸腹溞生存的盐幅国外的材料为 97‰,我们见到的最高盐度达 165.2‰。象鼻溞属一般都是淡水种,我们在晋南超盐水所见的一种象鼻溞盐幅为 47.1—98.5‰;直刺北镖水溞曾在达里湖盐度 5.6‰ 的水中大量出现并形成优势种<sup>[4]</sup>,这次在 4—18.2‰ 的水中出现。亚洲后镖水溞据沈嘉瑞等<sup>[1]</sup>的记载,出现的氯度达 3.5‰,约相当于盐度 10—12‰,我们在盐度 7.5—18.5‰ 间见到。等刺温剑水溞和短角异剑水溞尚未见到盐幅报道,在这里出现的最高盐度分别达到 117.9 和 48.9‰。总的看来,在 12 个盐水种中出现的盐度上限,除盐水卤虫外均较已报道的为高。

其余 45 种目前均属淡水种。淡水无脊椎动物的耐盐幅度根据 Карлевич<sup>[26]</sup> 的资料多在 6—7‰ 以内; Wetzel 认为,除少数例外一般不超过 10‰;但在我们的调查中,有 16 种轮虫、8 种枝角类和 8 种桡足类,亦即有 71% 的淡水种可在 10‰ 以上的盐度中出现;其中点滴尖额溞的最高盐度达 119.9‰,汤匙华哲水溞达 98.9‰,英勇剑水溞达 79‰,矩形尾甲轮虫达 47‰,长圆疣毛轮虫达 34‰,裂足轮虫和一种椎轮虫均达到 25‰。

表 5 某些淡水浮游动物出现的最高盐度(‰)

Tab. 5 Maximum salinity at which some freshwater zooplankton species occurred

种 类 (1)	晋南和银川地区 (2)	其他地区 (3)	作 者 (4)
<i>Brachionus calyciflorus</i>	13.6	8.0	Богатова, 1980 <sup>[27]</sup>
<i>Lecane luna</i>	18.2	10.0	Brock 等, 1983 <sup>[9]</sup>
<i>Keratella quadrata</i>	47.1	32.0	Macan, 1963 <sup>[19]</sup>
<i>Daphnia magna</i>	13.6	10.0	McKenzie, 1981 <sup>[20]</sup> Аладин, 1983 <sup>[21]</sup>
<i>Alona rectangula</i>	13.75	10.0	McKenzie, 1981 <sup>[20]</sup>
<i>Chydorus sphaericus</i>	18.0	12.0	Аладин 1983 <sup>[26]</sup> 王基琳等, 1975 <sup>[3]</sup>
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	18.0	16.7	McKenzie, 1981 <sup>[20]</sup>
<i>Eucyclops serrulatus serrulatus</i>	15.9	12.0	王基琳等, 1975 <sup>[3]</sup>

(1) Species (2) Jinan and Yinchuan regions (3) Other regions (4) authors

有 8 种习见淡水种在这里出现的最高盐度也高过其他水体(表 5)。可见,淡水种在这里也显示对盐度有较高的适应能力的特点。这种现象主要可以从下述两方面来解释:

(1) 所调查的水体多为小形池沼, 池水在蒸发浓缩过程中盐度经常有缓慢而大幅度的变化, 除了短暂的降雨期外, 一般趋势是从春到秋盐度逐渐升高, 这样有规律的周期性变化对水生生物起了盐度的自然驯化作用。

(2) 水生生物对盐度的适应能力与盐类组成有关。在动物与环境的渗透关系中, 氯离子的活性强, 其浓度通常决定着动物所能生存的盐度上限。例如, 大型溞在氯化物型海水中的耐盐上限为 7‰, 在硫酸盐型的咸海则达到 10‰; 晋南和银川地区的盐水和超盐水通常以硫酸盐型为主, 氯离子所占比重较小, 因而浮游动物对总盐度的适应性较强。

此外晋南和银川地区盐水中碱度、pH 值和离子系数 ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+/\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ) 都不算高, 也有利于浮游动物的生存。

3. 关于盐度与水生生物群落结构的关系, 已引起一些作者的注意。Williams<sup>[23]</sup> 总结澳大利亚西部盐水湖的动物区系时, 显示盐度越高种数越少的现象。以后 Brock 等<sup>[19]</sup> 研究盐湖的水草和浮游生物时指出, 虽然种数有随盐度升高而减少的趋势, 但两者并无显著相关。Hussainy<sup>[15]</sup> 和 Timms<sup>[20]</sup> 研究盐度和多样性指数关系时也得出同样结果。

一般说来, 盐度越高能够生存的种类越少, 群落的种数也越少。但是大多数水生生物生活的盐幅较宽, 在一定的盐度范围内种数将比较恒定而与盐度无关。并且, 某些种类仅在高盐区出现。水体大小和存在的年龄等等也会影响种数。在我们的调查中, 不仅水样采自不同大小的水体, 并且各盐度区所采水样数也差别很大, 因此无论出现的总种数和每次样品的平均种数, 都未发现与盐度之间有规律性的联系。

浮游动物的丰度主要决定于食物的丰欠, 与盐度没有直接的联系, 因此以种数与数量为基础的多样性指数不可能准确地反映盐度的变化。

4. 关于淡水生物对盐度的适应能力, 最近 10 余年人们的认识有了很大进展。Hammer 等<sup>[14]</sup> 的工作表明, 许多习见的淡水藻类具有惊人的耐高盐能力, 如小颤藻 (*Oscillatoria tenis*)、和尖栅藻 (*Scenedesmus acuminatus*) 可在盐度 200—300‰ 间出现, 飞燕角甲藻 (*Ceratium hirundinella*)。颗粒直链藻 (*Melosira granulata*)、铜绿微囊藻 (*Microcystis aeruginosa*) 可在 100—200‰ 之间出现, 不少种类能在 50—100‰ 之间出现。

我们对晋南和银川盐水浮游动物的调查表明, 许多淡水浮游动物和淡水藻类同样地具有很高的耐盐能力, 45 种淡水种有 70% 以上可在盐度 10‰ 以上的盐水中出现, 11‰ 可在真盐水 (30—40‰ 为真盐水) 和超盐水中出现, 个别种类的最高盐度超过 100‰。

从理论上说, 高渗调节的淡水动物不能在盐度高于本身体液的水中生活, 但据近年 Аладин<sup>[25]</sup> 的实验观察, 淡水枝角类当外界盐度超过体液 (约为 8‰ 左右) 时, 尚可使体液浓度提高到与外液等渗而继续生存, 但这样的适应是有限的, 一般只能维持到中盐水体为止。而蒙古裸腹溞之类盐水种则可以从高渗调节经等渗而转为低渗调节, 从而可以在多盐、真盐和超盐水体生活。

我们所见到的淡水种, 如点滴尖额溞、汤匙华哲水溞, 英勇剑水溞, 矩形龟甲轮虫等分布的盐度均达到 40—100‰ 以上, 很难想象其体液可以在这样高的盐水中保持等渗并能正常生活, 只有象盐水种那样拥有低渗调节能力的才能维持正常的生理机能。如果是这

样，那么淡水种和盐水种之间的界限就不是十分明确的了。根据现有的关于盐度和淡水动物分布的知识，可以说阻止淡水生物向海洋扩布的主要原因，大概并不一定是水的盐度，营养盐类浓度和食物或其他因素也可能起主导作用。

### 参 考 文 献

- [1] 中国科学院动物研究所, 1979。中国动物志, 淡水桡足类。科学出版社。
- [2] 王家楫, 1961。中国淡水轮虫志。科学出版社。
- [3] 王基琳、郑英敏、邢定介, 1975。青海湖裸鲤 (*Gymnocypris przewalskii przewalskii* Kessler) 饵料基础调查报告, 青海湖地区的鱼类区系和青海湖裸鲤的生物学。77—102页。科学出版社。
- [4] 何志辉、谢祚浑、雷衍之, 1981。达里湖水化学和水生生物学研究。水生生物学集刊, 7(3): 341—358。
- [5] 龚循矩, 1983。西藏高原的轮虫, 西藏水生无脊椎动物。335—442页。科学出版社。
- [6] 蒋燮治、堵南山, 1979。中国动物志, 淡水枝角类。科学出版社。
- [7] Bayly, I. A. E. and Willians, W. D., 1969. Chemical and biological studies on some saline lakes of south-east Australia. *Aust. J. mar. Freshwat. Res.*, 17: 177—228.
- [8] Beadle, L. C., 1959. Osmotic and ionic regulation in relation to the classification of brackish and inland saline waters. *Arch. Oceanogr. Limnol.*, 11 (suppl.): 143—151.
- [9] Brock, M. A. and Shiel, R. J., 1983. The composition of aquatic communities in saline wetland, Australia. *Hydrobiologia*, 82: 77—84.
- [10] Comin, F. A., Alonso, M., Lopez, P. and Comelles, M., 1983. Limnology of Gallicant Lake, Aragon, northeastern Spain. *Hydrobiologia*, 105: 207—221.
- [11] Geddes, M. C., Deckker, P. De, Williams, W. D., Morton, D. W. and Topping, M., 1981. On the chemistry and biota of some saline lakes in Western Australia. *Hydrobiologia*, 82: 201—222.
- [12] Geddes, M. C., 1981. The brine shrimps *Artemia* and *Parartemia*: Comparative physiology and distribution in Australia. *Hydrobiologia*, 82: 109—180.
- [13] Goedden, C. E., 1968. The systematics and evolution of the *Momidae*. Transactions of the American Philosophical Society held at Philadelphia, New series, 58(part 6): 1—101.
- [14] Hammer, U. T., Shamess, J. and Haynes, R. C., 1983. The distribution and abundance of algae in saline lakes of Saskatchewan, Canada. *Hydrobiologia*, 105: 1—26.
- [15] Hussainy, S. U., 1969. Ecological studies on some microbiota of lakes in western Victoria. Ph. D. Thesis, Monash University,
- [16] Lloyd, M. Zar, J. H. and Farr, J. R., 1968. On the calculation of information-theoretical measures of diversity. *Amer. Nid. Nat.*, 79(2): 257—272.
- [17] Löffler, H., 1962. Zur Systematik und Okologie der chilenischen wassere tomostraken. Beiträge Zur Neotropischen fauna, 11(3): 143—222.
- [18] Macan, T. T., 1963. Freshwater Ecology. Longman, p. 247—248. London.
- [19] Mckenzie, K. G., 1981. Palaeobiogeography of some salt lake faunas. *Hydrobiologia*, 82: 407—418.
- [20] Timms, B. V., 1981. Animal communities in three Victorian lakes of differing salinity. *Hydrobiologia*, 81: 181—193.
- [21] Walker, K. F., 1981. A synopsis of ecological information on the saline lake rotifer *Brachionus plicatilis* Müller 1786. *Hydrobiologia*, 82: 159—168.
- [22] Williams, W. D., 1981. Inland salt lakes. An introduction. *Hydrobiologia*, 81: 1—14.
- [23] Williams, W. D., 1981. The limnology of saline lakes in Western Victoria. *Hydrobiologia*, 82: 233—259.
- [24] Аладин Н. В., 1982. Соленостные адаптации и осморегуляторные способности ветвистоусых ракообразных. 3. Формы из солоноватых и пресных вод. *Зоологический журнал.*, LXI (6): 851—860.
- [25] Богатова И. Б., 1980. Рыбоводная гидробиология. "Пищевая промышленность" Москва.
- [26] Карпевич А. Ф., 1975. Теория и практика акклиматизации водных организмов "Пищевая промышленность".

## STUDIES ON THE SALINE AND HYPERSALINE ZOOPLANKTONS FROM JINNAN AND YINCHUAN REGIONS

He Zhihui, Qin Jianguang, Wang Hongqi, Wang Zhiyuan and Xia Xin

(*Aquaculture Department, Dalian Fishery College*)

### Abstract

This paper describes the results of an investigation on the saline and hypersaline zooplanktons from Jinnan and Yinchuan regions during 1981—1984. 222 samples were collected from 7 localities ranging in salinity from 0.5—286‰. 57 species belonging to 16 families and 39 genera were recorded, among which 32 species belong to Rotifera, 14 species to Branchiopoda and 11 species to Copepoda.

According to the rate of occurrence and the average density, the important species are: *Brachionus plicatilis*, *B. angularis*, *B. capsuliflorus*, *B. calyciflorus*, *B. urceus*, *Notholca acuminata quadrata*, *Lecane luna*, *Polyarthra trigle*, *Colurella adriatica*, *Pedalia fennica*, *Moina mongolica*, *M. rectirostris*, *Daphnia magna*, *Bosmina* sp., *Alona rectangula*, *Artemia salina*, *Metadiaptomus asiaticus*, *Arctodiaptomus rectispinosus*, *Cyclops vicinus*, *Apocyclops royi*, *Mesocyclops lenckarti*, *Thermocyclops kawamurai* and *Microcyclops urnoi*.

Except those for *Artemia salina*, the upper limits of salinity tolerance of both saline and freshwater zooplanktons in this region are higher than those reported by other authors.

Faunal similarities, the salinity tolerance of inland water zooplanktons and relationship between salinity and species diversity were discussed.

**Key words** Saline and hypersaline zooplanktons, Inland waters, Jinnan and Yinchuan regions, Salinity tolerance