

达里湖水化学和水生生物学再调研

何志辉* 姜宏 毕风山
(大连水产学院养殖系) (内蒙古克旗水电局)

摘 要 达里湖位于内蒙古东部草原地带, 面积 238 km², 平均水深约 6.7 m, 是一个盐碱性湖泊, 其湖沼学和渔业资源状况 1975~1976 年曾作过调查, 本文报道 1994 年对其水化学和水生生物学再次调查的结果, 并和 1975~1976 年材料加以比较。湖水的盐度 (6.24‰)、碱度 (44.89 mmol/L) 和 pH 值 (9.6) 分别较 1975~1976 年增高 12.4%、0.9% 和 1.8%。浮游生物的种类组成和平均生物量没有本质上的变化, 但底栖动物的种数因河流水位降低而大为减少。文中讨论了近几年渔获量下降的原因和湖泊的产鱼潜力。

关键词 达里湖; 水化学; 水生生物学; 再调研

中图分类号 S913

达里湖是内蒙古昭盟克什克腾旗西部草原地带的碳酸盐型盐湖水。地理位置东经 116°26′~116°45′, 北纬 43°13′~43°23′, 湖面积约 239 km², 湖面海拔 1226~1228 m, 平均深度 6.7 m, 最大深度 13 m, 周围有公格尔河、沙里河、亮子河和耗里河 4 条河流入湖, 此外尚有丰富的地下水补给。湖中鱼类区系极为贫乏, 经济鱼类只有鲫 (*Carassins auratus* L) 和瓦氏雅罗鱼 [*Leuciscus ualekii* (Dyb)] 两种。1975~1976 年大连水产学院和辽宁省淡水水产研究所等单位曾联合对该湖的湖沼学和渔业资源状况进行了系统地调查研究, 查明了碱度和 pH 的协同作用是淡水鱼类和许多水生生物难以入栖和生存的主要限制因子; 对湖泊的产鱼潜力和鱼类资源状况作了评估并提出渔业利用和捕捞定额的意见。十余年来达里湖渔场以我们的意见为主要依据进行渔业生产, 年产量保持相对稳定。但 1991 年以来在同样的捕捞强度下, 鱼产量明显下降。为了弄清鱼产量下降的原因和当前资源状况, 我们再次对达里湖的湖沼学和鱼类资源进行调查研究。本文报道水化学和水生生物学调研的结果。

1 工作方法

1994 年春 (5 月 20 日)、夏 (7 月 25 日)、秋 (9 月 10 日) 对达里湖进行了 3 次采样调查, 春夏两次均按 1975~1976 年设 9 个测站并按水深分 1~3 个测点取样, 秋季因风大难以进湖, 仅在 I、IV、VI 站岸边采样。

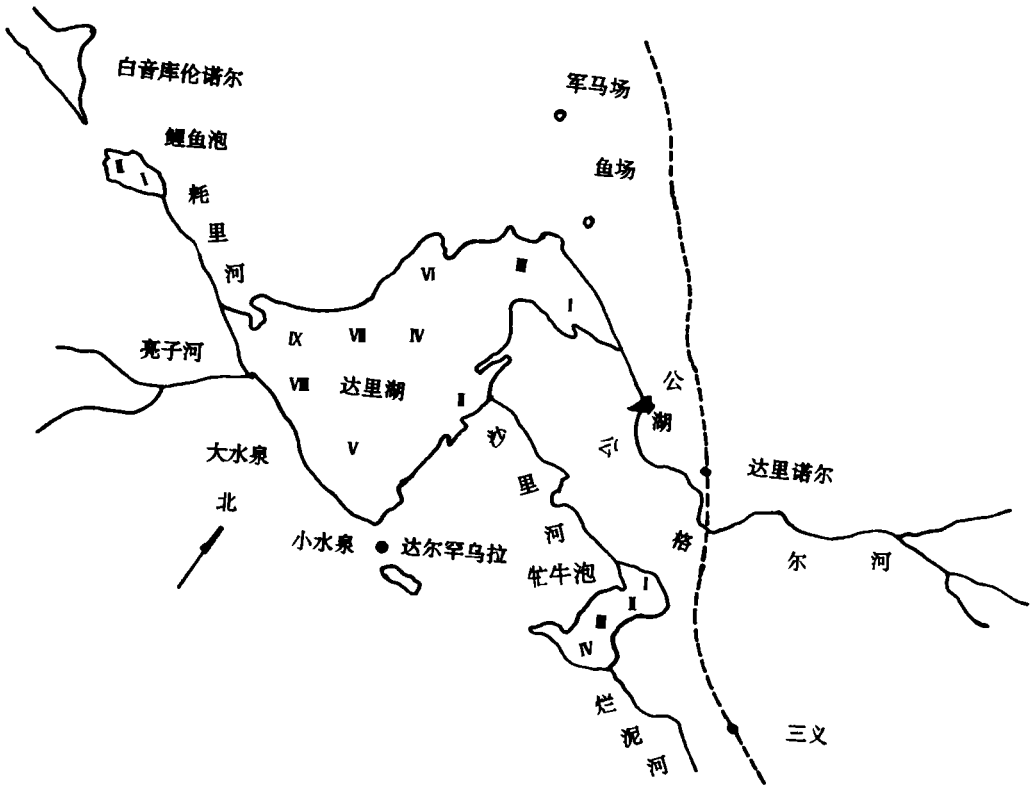
收稿日期: 1994-07-15

* 何志辉: 1927 年生, 男, 教授, 大连, 116024。

水化学测定项目包括: pH 总硬度、钙离子、碳酸氢根离子、硫酸根离子、碳酸根离子、氯离子、高锰酸钾耗氧量、铵盐、亚硝酸盐、磷酸盐、总氮、总磷和总铁。镁离子用总硬度和钙含量的差值计算, 钠钾离子按离子平衡法推算, 含盐量按八大离子总量计算。

水生生物学测定项目包括: 浮游植物、浮游动物、底栖动物的种类和生物量以及浮游植物初级生产力。

水化学和水生生物学的采样和测定方法均按《内陆水域渔业资源调查试行规范》进行。



附图 达里湖及其附属水系 (附测站位置)

2 结果

2.1 水化学 (表 1~ 3)

(1) 含盐量 (g/L) 全湖均值 6.03~ 6.41, 从春到秋递降, 底层较表层稍低; 极值 5.10~ 6.54, 出现于夏季 I 站和秋季 III 站, 明水期均值为 6.24。

(2) pH 值 均值 9.59~ 9.62, 春稍高于夏, 表层高于底层; 极值 9.42~ 9.70, 出现于夏季IV站底层和I 站. 明水期均值 9.60.

(3) 总碱度 (mmol/L) 均值 42.7~ 47.2, 从春到秋递降, 垂直差异不明显; 极值 36.7~ 48.58, 出现于夏季I 站和秋季IX站. 明水期均值 44.89.

(4) 总硬度 (mmol/L) 均值 2.21~ 2.27, 春> 秋> 夏, 垂直差异小且无规律; 极值 2.08~ 2.45, 出现于夏季I 站和秋季VI站. 明水期均值 2.24.

(5) 耗氧量 (mg/L) 均值 9.45~ 21.89, 夏> 春> 秋, 垂直分布无规律; 极值 7.3~ 27.53, 出现于秋季I 站和夏季VIII站表层. 明水期均值 15.25.

(6) 氯离子 (mg/L) 均值 1182~ 1206, 春夏相近, 秋季岸边水样稍高, 垂直分布较均匀; 极值 9036~ 1297.2, 出现于春季I 站和秋季VI站. 明水期均值 1190.7.

(7) 硫酸根离子 (mg/L) 均值 179.3~ 248.0, 夏> 秋> 春, 表层稍高于底层; 极值 106.1~ 270.3, 出现于夏季II 站和春季IV 站. 明水期均值 214.3.

(8) 碳酸根和碳酸氢根离子 (mg/L) 均值 2505.5~ 2865.8, 春夏相近秋季稍低, 垂直差异小; 极值 2239.4~ 2964.3, 出现于秋季I 站和夏季IV 站. 明水期均值 2743.9.

(9) 钙离子 (mg/L) 均值 5.50~ 6.14, 秋> 春> 夏, 垂直差异小; 极值 4.23~ 9.40, 出现于秋季II 站和I 站. 明水期均值 5.85.

(10) 镁离子 (mg/L) 均值 23.4~ 24.9, 夏秋相近春季稍高, 垂直差异小; 极值 20.4~ 31.1, 出现于秋季I 站和春季II 站. 明水期均值 23.9.

(11) 钠钾离子 (mg/L) 均值 1972.2~ 2079.8, 春> 夏> 秋, 表层较中底层稍高; 极值 1649.5~ 2141.3, 出现于夏季I 站和秋季VI站. 明水期均值 2032.

(12) 铵氮 (mg/L) 均值 0.079~ 0.228, 夏> 春> 秋, 垂直分布无规律; 极值 0~ 0.623, 出现于春季I 站和夏季I 站. 明水期均值 0.138.

(13) 亚硝酸盐氮 (mg/L) 春季未检出, 夏季各站 0.011~ 0.018, 平均 0.015, 垂直分布无规律.

(14) 磷酸盐 (mg/L) 均值 0.752~ 0.865, 夏> 春> 秋, 垂直差异小; 极值 0.542~ 0.942, 出现于夏季I 站和VIII站底层. 明水期均值 0.823.

(15) 总氮 (mg/L) 夏季各站 10.35~ 17.26, 平均 13.64.

(16) 总磷 (mg/L) 夏秋均值 1.261 (1.253~ 1.268); 极值 0.699~ 1.446, 出现于夏季I 站和VIII站表层.

(17) 水的化学类型 在阴离子组成 (mmol) 中 $\text{HCO}_3^- + 1/2\text{CO}_3^{2-}$ 占 54.2%, Cl^- 占 40.4%, $1/2\text{SO}_4^{2-}$ 占 5.4%, 阳离子组成 (mmol) 中 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ 占 97.3%, $1/2\text{Mg}^{2+}$ 占 2.4%, $1/2\text{Ca}^{2+}$ 占 0.3%. 按阿列金分类法属碳酸盐类钠组 I 型水 (G^{Na}), 按 Harmer 分类属 NaCO_3Cl 型水.

2.2 水生生物学

2.2.1 浮游植物

1) 种类组成 共见 52 个种, 其中绿藻门 17 个, 蓝藻门 15 个, 硅藻门 14 个, 裸藻门 4 个, 隐藻门 2 个, 未发现金藻门、黄藻门和甲藻门的种类.

表 1 1994年 5月达里湖水化学数据汇总表

采样点	水温 / $^{\circ}\text{C}$	透明度 / cm	主要离子 / $\text{mg}^{\circ} \text{L}^{-1}$						
			pH	Cl^{-}	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$\text{HCO}_3^{-} + \text{CO}_3^{2-}$	$\text{K}^{+} + \text{Na}^{+}$
I	10.2	33.0	9.60	903.6	221.8	9.16	22.25	2838.33	1858.5
II	15.7	43.0	9.63	1220.4	254.5	6.81	31.13	2883.8	2103.2
III	10.5	44.5	9.60	1213.2	270.3	4.81	24.56	2864.3	2119.7
IV 表	11.6	49.0	9.65	1220.4	244.8	5.99	23.71	2902.1	2122.1
IV 中				1220.3	231.9	5.99	23.71	2885.6	2106
IV 底				1220.4	230.5	6.01	23.59	2877.1	2097
VI	11.0	47.0	9.68	1224.6	254.8	4.81	24.93	2860.6	2109.5
VII	12.5	49.0	9.60	1223.6	259.8	4.81	24.44	2874	2120.6
VIII	12.5	49.0	9.61	1226.7	249.8	5.81	23.83	2883.8	2119
IX 表	11.8	47.0	9.62	1220.4	269.8	5.59	23.95	2867.3	2118
IX 中				1220.4	219.9	5.57	23.95	2867.3	2092.5
IX 底				1220.4	197.9	5.61	23.95	2877.1	2085
V	14.7	45.0	9.61	1201.9	255.8	4.91	24.81	2828.3	2083.4
春季平均				1183.9	248.0	5.86	24.84	2865.8	2079.8
沙里河口				26.8	5.47	39.88	19.33	236.7	29.1
公格尔河口				15.3	28.43	41.68	5.84	201.4	44.07

采样点	营养盐 / $\text{mg}^{\circ} \text{L}^{-1}$			$\text{T}^{\circ} \text{H}$ / $\text{mmol}^{\circ} \text{L}^{-1}$	ALK / $\text{mmol}^{\circ} \text{L}^{-1}$	COD_{Mn} / $\text{mg}^{\circ} \text{L}^{-1}$	$\sum \pm$ / $\%$	水型	备注
	$\text{NH}_4\text{-N}$	$\text{NO}_2\text{-N}$	$\text{PO}_4\text{-P}$						
I	未检出	未检出	0.895	2.29	46.53	7.41	5.85	C_1^{Na}	
II	0.159		0.889	2.29	47.26	11.42	6.50	C_1^{Na}	
III	0.114		0.864	2.26	46.94	11.88	6.50	C_1^{Na}	
IV 表	0.30		0.894	2.25	47.56	9.82	6.52	C_1^{Na}	
IV 中	0.191		0.887	2.25	47.29	11.10	6.47	C_1^{Na}	
IV 底	0.211		0.893	2.24	47.15		6.45	C_1^{Na}	
VI	0.068		0.802	2.29	46.88	21.5	6.48	C_1^{Na}	
VII	0.03		0.806	2.25	47.10	15.37	6.50	C_1^{Na}	
VIII	0.24		0.771	2.25	47.26	14.97	6.51	C_1^{Na}	
IX 表	0.045		0.854	2.25	46.99	16.56	6.50	C_1^{Na}	
IX 中	0.055		0.887	2.25	46.99		6.43	C_1^{Na}	
IX 底	0.19		0.888	2.25	47.15	15.76	6.41	C_1^{Na}	
V	0.032		0.869	2.29	46.35	20.5	6.40	C_1^{Na}	
春季平均	0.108		0.851	2.27	47.19	14.4	6.41	C_1^{Na}	
沙里河口	0.055		0.081	3.58	3.88	28.83	0.36	C_1^{Ca}	
公格尔河口	0.077		0.014	2.56	3.30	11.01	0.34	C_1^{Ca}	

表 2 1994年 7月达里湖水化学数据汇总表

采样点	水温 / $^{\circ}\text{C}$	透明度 /cm	主要离子 / $\text{mg}^{\circ}\text{L}^{-1}$						
			pH	Cl^{-}	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$\text{HCO}_3^{-} + \text{CO}_3^{2-}$	$\text{K}^{+} + \text{Na}^{+}$
I	21.5	38.0	9.7	922.4	151.8	8.34	20.23	2370.6	1649.5
II	20.5	58.0	9.61	1219.4	106.1	6.61	23.22	2922.8	2057.7
III	23.4	56.0	9.62	1189.9	123.8	5.01	22.25	2860.6	2024.7
IV 表	21.5	59.0	9.66	1220	187.3	4.81	23.83	2926.4	2102.8
IV 中				1220					
IV 底	23.5		9.42	1220		5.01	23.10		
V	22.5	74.5	9.62	1210.9	199.9	4.61	24.56	2934.4	2105
VI	22.9	65.0	9.52	1213.3	244.5	4.61	24.44	2925.9	2126.7
VII	23.2	72.0	9.61	1220	207.1	4.61	24.56	2922.8	2110.5
VIII 表	23.6	75.0	9.55	1214	206.0	5.01	23.83	2913.7	2103
VIII 中									
VIII 底				1214	206.5	5.81	23.71	2913.7	2102
IX 表									
IX 中	23.9	71.0	9.56	1219.4	187.3	5.41	23.95	2964.3	2116
夏季平均			9.59	1182	179.3	5.50	23.39	2860.4	2043.9

采样点	营养盐 / $\text{mg}^{\circ}\text{L}^{-1}$					
	$\text{NH}_4\text{-N}$	$\text{NO}_2\text{-N}$	总 Fe	$\text{PO}_4\text{-P}$	T°P	T°N
I	0.623	0.02	0.047	0.542	0.699	17.26
II	0.15	0.013		0.923	1.14	13.32
III	0.159	0.011	0.007	0.851	1.44	
IV 表	0.246	0.016	0.033	0.934	1.377	
IV 中	0.173	0.014	0.004	0.888	1.236	
IV 底	0.177	0.017		0.841	1.182	
V	0.082	0.017	0.02	0.918	1.30	10.35
VI	0.182	0.015	0.007	0.858	1.31	
VII	0.232	0.014	0.004	0.929	1.422	
VIII 表	0.127	0.012	0.029	0.935	1.446	14.0
VIII 中	0.164	0.013	未检出	0.924	1.26	
VIII 底	0.168	0.017		0.942	1.23	
IX 表						13.27
IX 中	0.268	0.018		0.941	1.52	
夏季平均	0.228	0.0153	0.029	0.865		

续表 2 1994年 7月达里湖水化学数据汇总表

采样点	T° H/mmole L ⁻¹	ALK/mmole L ⁻¹	COD _{Mn} /mg L ⁻¹	$\sum \pm \%$	水型	备注
I	2.08	38.85		5.1	Ca ^{Na}	
II	2.24	47.90		6.33	Ca ^{Na}	
III	2.08	46.88		6.22	Ca ^{Na}	
IV表	2.20	47.95	25.6	6.5	Ca ^{Na}	
IV中	2.24	48.09				
IV底	2.24	48.09	16.3			
V	2.25	48.09		6.48	Ca ^{Na}	
VI	2.24	47.95		6.5	Ca ^{Na}	
VII	2.25	47.90	23.45	6.5	Ca ^{Na}	
VIII表	2.21	47.75	27.53	6.5	Ca ^{Na}	
VIII中	2.24	47.95				
VIII底	2.24	47.75	15.12	6.5	Ca ^{Na}	
IX表						
IX中	2.24	48.58				
夏季平均	2.21	44.78	21.89	6.29		

表 3 1994年 9月达里湖水化学数据汇总表

采样点	水温 /°C	透明度 /cm	pH	主要离子 /mg L ⁻¹					
				Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻ + CO ₃ ²⁻	K ⁺ + Na ⁺
I				1068.8	202.69	9.40	20.42	2239.4	1724
III				1252	171.9	4.23	22.96	2758.1	2051.2
VI				1297.2	252.6	4.79	26.86	2819.1	2141.3
秋季平均				1206.1	215.7	6.14	23.41	2505.5	1972.2

采样点	营养盐 /mg L ⁻¹					
	NH ₄ -N	NO ₂ -N	总 Fe	PO ₄ -P	T° P	T° N
I	0.023				0.60	1.041
III	0.064				0.84	1.395
VI	0.15				0.816	1.323
秋季平均	0.079				0.752	1.253

采样点	T° H/mmole L ⁻¹	ALK/mmole L ⁻¹	COD _{Mn} /mg L ⁻¹	$\sum \pm \%$	水型	备注
I	2.15	36.7	7.30	5.3	C ^{Na}	
III	2.10	45.2	8.84	6.26	C ^{Na}	
VI	2.45	46.2	12.22	6.54	C ^{Na}	
秋季平均	2.23	42.7	9.45	6.03		

常见且生物量较大的种类有:

蓝藻门: 盐生微囊藻 坚实微囊藻 粉状微囊藻 旋圆鞘丝藻 粘球藻、项圈藻

硅藻门: 孟氏小环藻 菱形藻 尖针杆藻、舟形藻

绿藻门: 卵囊藻 衣藻、双列栅藻 水绵

隐藻门: 蓝隐藻

2) 生物量 (mg/L) (表 4) 明水期均值 2.31, 其中蓝藻 1.093, 占总量 47.4%, 硅藻 0.793, 占 33.1%, 绿藻 0.383, 占 16.6%, 隐藻和裸藻仅 0.067, 共占 2.9%。

从季节分布看生物量从春到夏稍有增长, 从夏到秋则急剧增高, 在生物量组成上春季以蓝藻最高, 硅藻次之, 夏季仍以蓝藻最高, 绿藻次之, 秋季则硅藻最高, 蓝藻次之。

生物量的水平分布似无规律, 春季 IV 站和 II 站较高, I 站最低, 夏季 II 站和 III 站较高, VII 站最低。

达里湖浮游植物名录

蓝藻门

1. 无常蓝纤维藻 *Dactyloaopsis irregularis*
G. M. Smith
2. 蓝纤维藻 *D.* sp.
3. 银灰平裂藻 *Merismopedia glauca* (Ehr.) Naeg.
4. 极小平裂藻 *M. minimum* G. Beck
5. 盐生微囊藻 *Microcystis salina* (Woxonich) Elenk.
6. 粉状微囊藻 *M. pulverea* Elenk
7. 坚实微囊藻 *M. firma schmidle*
8. 胶球藻 *Gloëcapsa* sp.
9. 极小腔球藻 *Coelasmaerium minutissimum* Lemm.
10. 湖生楔形藻 *Gomphosphæria lacustris* Chod
11. 鱼腥藻 *Anabaena* sp.
12. 牟勤拟鱼腥藻 *Anabaenopsis mulleri* Wexonich
13. 颤藻 *Oscillatoria* sp.
14. 席藻 *Phorimidium* sp.
15. 旋圆鞘丝藻 *Lynghya contorta* Lemm.

硅藻门

1. 孟氏小环藻 *Cyclotella meneghiniana* Kutz.
2. 直链藻 *Melosira* sp.
3. 脆杆藻 *Fragilaria* sp.
4. 针杆藻 *Synedra* sp.
5. 舟形藻 *Navicula* sp.
6. 羽纹藻 *Pinnularia* sp.
7. 卵状月形藻 *Amphora ovalis* Kutz.
8. 月形藻 *A.* sp.
9. 异端藻 *Gomphonema* sp.
10. 普通分片藻 *Diatoma vulgare* Bory
11. 沼生双舟藻 *Amphiprora paludosa* W. Smith
12. 菱形藻 *Nitzschia* sp.

13. 双菱藻 *Surirella* sp.
14. 弯形弯楔藻 *Rhoicosphenia curvata* (Kutz.)

绿藻门

1. 衣藻 *Chlamydomonas* sp.
2. 莓状实球藻 *Pandorina morum* (Müller) Bory
3. 网球藻 *Dictyosphaerium* sp.
4. 短棘盘星藻 *Pediastrum boryanum* (Turp) Men.
5. 空星藻 *Coelastrum* sp.
6. 普通小球藻 *Chlorella vulgaris* Beij.
7. 卵囊藻 *Oocystis* sp.
8. 镰形纤维藻 *Ankistrodesmus falcatus* Cord.
9. 纤维藻 *A.* sp.
10. 四刺栅藻 *Scenedesmus quodricauda* Breb.
11. 双列栅藻 *S. biguga* (Turp.) Logerh.
12. 十字藻 *Crucigenia* sp.
13. 胶囊藻 *Gloëcystis* sp.
14. 鼓藻 *Cosmarium* sp.
15. 月牙藻 *Selenastrum* sp.
16. 四孢藻 *Tetraspora* sp.
17. 水绵 *Spirogyra* sp.

裸藻门

1. 绿裸藻 *Euglena viridis* Ehr.
2. 尾裸藻 *E. caudata* Hu baer
3. 尖扁裸藻 *Phacus acuminata* stoes
4. 鳞孔藻 *Lepocinclis* sp.

隐藻门

1. 隐藻 *Cryptomonas* sp.
2. 蓝隐藻 *Chroomonas* sp.

2.2.2 浮游动物

共见到 27 个种别 (无节幼体也按 1 个计算), 其中原生动物 7 个, 轮虫类 11 个, 枝角类 4 个, 桡足类 3 个, 介形类 1 个.

浮游动物生物量 (mg/L) 平均 1.684, 其中桡足类占 79.3%, 枝角类占 8.8%, 介形类占 6.9%, 轮虫占 2.7%, 原生动物占 0.3% (表 4).

桡足类在生物量中 3 个季节均占绝对优势, 夏秋高于春季. 直刺北镖水蚤及其无节细体为浮游动物群落中优势种群, 剑水蚤也较常见数量较多.

枝角类生物量春 > 夏 > 秋, 直额裸腹水蚤常见数量也较多, 介形类春夏较多, 秋季少.

达里湖浮游动物名录

原生动物

1. 盘状表壳虫 *Areella disoids* Ehrenberg
2. 长圆砂壳虫 *D. oblonga* E.
3. 圆体砂壳虫 *D. urceolata*
4. 斜管虫 *Chilodonella* sp.
5. 钟形虫 *Vorucella* sp.
6. 累枝虫 *Epistylis* sp.
7. 喇叭虫 *Stentor* sp.
8. 下毛目纤毛虫 *Hyposricha*

轮虫

1. 长三枝轮虫 *Flinia longiseta* (Ehr.)
2. 多肢轮虫 *Polyarthra* sp.
3. 环顶巨腕轮虫 *Pedalia fennica* (Lerander)
4. 卜氏晶囊轮虫 *Asplanchna brightwells* Gosse
5. 梳状疣毛轮虫 *Sycaeca pectinata* Ehr.
6. 花筐臂尾轮虫 *Brachionus capsuliflorus* (Pallas)

7. 壶状臂尾轮虫 *Brachionus urceus* Linnaeus
8. 月形腔轮虫 *Lecane luna* Muller
9. 泡轮虫 *Pompholynx* sp.
10. 鞍甲轮虫 *Lepadella* sp.
11. 龟甲轮虫 *Keratella* sp.

枝角类

1. 直额裸腹水蚤 *Moina rectirostris* (Leydrg)
2. 圆形盘肠水蚤 *Chydorus sphaericus*
3. 锐额水蚤 *Alonell* sp.
4. 金氏船卵水蚤 *Scapholeberis Kingi* Sars

桡足类

1. 剑水蚤类 *Cyclopoidea*
2. 直刺北镖水蚤 *Arctodiaptomus rectispinosus* Kikwhi
3. 无节幼体 *Nauplius*

轮虫类生物量夏季较多但季节变化不大. 常见数量较多的有: 长三肢轮虫、针簇多肢轮虫、环顶巨腕轮虫、壶状臂尾轮虫. 原生动物中下毛目纤毛虫和钟形虫较常见.

浮游动物生物量的季节分布为夏 > 秋 > 春, 水平分布亦无规律, 春季 V 站和 IX 站较多, 夏季 II、III 两站较多.

2.2.3 底栖动物

只见到羽摇蚊群幼虫 (*Chironomus* gr. *plumcsus* L.)、半折摇蚊群幼虫 (*Chi.* gr. *xemireductus* L.)、格氏摇蚊群幼虫 (*Tanytus* gr. *grodhausi* S.)、指突隐摇蚊群幼虫 (*Cryptochironomus* gr. *digitatus* M.) 和 1 种水丝蚓.

底栖动物生物量春夏平均 7.255 g/m^2 . 主要由摇蚊科幼虫组成, 春季生物量明显高于夏季, 但数量上相差不大 (表 5).

生物量水平分布春季 VII 站最高, VI 站次之; 夏季 IX 站最高, VI 站次之, II 站春夏均未见到底栖动物.

表 4 1994 年达里湖浮游生物量 (mg/L) 的水平分布

	观测站	蓝藻	硅藻	绿藻	隐藻	裸藻	浮游植物总量	原生动物
春季	I	0.6758	0.2695	0.0726	0.0259	0	1.0438	0.0009
	II	2.1362	0.0678	0.015	0.009	0	2.228	0.0006
	III							0.0002
	IV	0.6276	1.007	0.019	0.005	0	1.6586	0.0001
	V	0.9741	1.879	0.102	0.0039	0	2.857	0.0004
	VI	1.0164	0.7728	0.1859	0.0181	0	1.9933	0.0002
	VII	0.5969	0.1127	0.5264	0.1304	0	1.3664	0.0032
	VIII	1.0644	0.1454	0.2262	0.0509	0	1.4869	0.0001
	IX	0.7146	1.0033	0.0646	0.1178	0.0001	1.9003	0.0015
	平均	0.8673	0.5842	0.1346	0.0401		1.6262	0.0008
夏季	I	1.4459	0.6121	0.0442	0.0416	0	2.1438	0.1091
	II	1.7738	0.2131	0.5169	0.1825	0.0001	2.7466	0.0005
	III	1.2960	0.6673	0.4163	0.0555	0	2.6061	0.0001
	IV	1.2624	0.0495	0.328	0.1689	0	1.8088	0.0003
	V	1.481	0.0681	0.2869	0.2427	0	2.0787	0.0003
	VI	0.9932	0.0194	0.2587	0.1587	0	1.43	0.0009
	VII	0.7386	0.0457	0.272	0.1692	0.017	1.2272	0.0004
	VIII	1.0174	0.3997	0.2961	0.1057	0	1.8189	0.0281
	IX	1.2273	0.2104	0.2723	0.1684	0	1.8784	0.0179
	平均	1.2484	0.2539	0.3057	0.1437	0.0002	1.9519	0.0175
秋季	I	1.1301	0.4957	0.7305	0	0	2.3563	0.002
	IV	0.7098	2.7905	0.6850	0.0069	0	4.2022	0.003
	VI	0.6497	1.0628	0.7024	0.0351	0.0019	2.45	0.002
	平均	1.1632	1.4497	0.7093	0.014	0.001	3.3372	0.002
	观测站	轮虫	枝角类	桡足类	介形类	浮游动物总量	$\frac{\text{浮游动物总量}}{\text{浮游植物总量}}$	浮游生物总量
春季	I	0.2014	0	1.0667	0.0016	1.2706	1.2173	2.3144
	II	0.0005	0.3872	0.8010	0.0099	1.1992	0.5382	3.4272
	III	0.0816	1.1630	0.5386	0.4046	2.1880		
	IV	0.0113	0.0081	0.7309	0.0611	0.8115	0.4893	2.4701
	V	0.0005	0	1.5022	0.0721	1.5752	0.5513	4.4322
	VI	0.0176	0	0.3466	0.6262	0.9906	0.4970	2.9837
	VII	0.0112	0	0.7713	0.1070	0.8927	0.6533	2.2591
	VIII	0.0007	0.0872	0.7247	0.0952	0.8127	0.5470	2.2996
	IX	0.0003	0	1.9652	0.0206	1.9826	1.0459	3.8879
	平均	0.0361	0.1828	0.9386	0.1554	1.3137	0.8078	2.9399
夏季	I	0.0649	0.1442	0.7812	0.0222	1.1216	0.5240	3.2650
	II	0.0076	0.1431	2.1417	0.0048	2.2977	0.8366	5.0443
	III	0.1484	0.1812	1.5711	0.7446	2.6454	1.0150	5.2515
	IV	0.1560	0.0934	2.1260	0.1724	2.5481	1.4087	4.3569
	V	0.0115	0.0927	2.4760	0.0675	2.5805	1.2414	4.9692
	VI	0.0692	0.0991	0.4436	0.0312	0.6438	1.4503	2.0738
	VII	0.0201	0.6480	1.4012	0.1649	2.2346	1.8234	3.4601
	VIII	0.0015	0	2.2728	0.0480	2.3504	1.2922	4.1693
	IX	0.0010	0.0194	1.0167	0.1257	1.1807	0.6286	3.0591
	平均	0.0534	0.1579	1.5810	0.1535	1.9633	1.0022	3.9152
秋季	I	0.0443	0.0441	1.5416	0.0434	1.6002	0.6791	3.9565
	IV	0.0106	0.0094	1.4477	0.0103	1.4783	0.3518	5.6805
	VI	0.1189	0.2509	1.4702	0.0700	1.9122	0.7805	4.3622
	平均	0.0480	0.1015	1.4872	0.0412	1.5870	0.4755	4.9242

2.2.4 初级生产力

5月份在Ⅶ站(水深 12.2m,透明度 49 cm,水温 12.5℃),7月份在Ⅳ站(水深 9.0m,透明度 56 cm,水温 22℃)分别测定 1次,每次挂瓶 24 h.

从表 6可见,春季毛产量和呼吸量都很高净产量很低,夏季毛产量大降,但呼吸量降低更多,因而净产量有所增加.

表 5 1994年达里湖底栖动物的数量和生物量

										个 /m ²
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	平均
94-05-30	240		400	480	160	1040	2336	560	432	627.6
	0.468	0	5.92	8.464	2.496	19.024	42.08	10.016	7.408	10.65
94-07-25	96		1600	736	48	1024	352	48	656	506.7
	0.48	0	5.488	6.512	0.976	4.120	5.904	0.448	7.808	3.860
总计	336		2000	1216	208	2064	2688	608	108.8	1134.3
	0.948	0	11.408	14.976	3.472	26.144	47.984	10.464	15.216	14.51
总平均	168		1000	608	104	1032	1344	304	54.4	567.15
	0.474	0	5.704	7.488	1.736	13.072	23.992	5.232	7.608	7.255

表 6 达里湖浮游植物初级生产力 (O₂)

	g /m ² ·d		
	春Ⅷ站	夏Ⅳ站	平均
水柱毛产量	6.64	1.23	3.94
水柱呼吸量	6.58	0.369	3.44
水柱净产量	0.12	1.025	0.59
P/R	1.01	3.33	1.15

3 讨论

1) 从表 7可见,与 70年代明水期比较,达里湖水的含盐量增加了 12.4%,相应地 pH值 (1.8%)、总碱度 (0.9%)、氯离子 (0.6%)、钾钠离子 (5.6%)、钙离子 (2.8%) 和镁离子 (3.9%) 也有不同程度的增加,硫酸根离子则降低了 22%。此外 COD增加了 7.0%,铵氮增加了 1.9倍,夏季亚硝酸盐氮增加了 4.1倍,磷酸盐减少了 68.8%。作为湖中鱼类生存的限制因子,总碱度和 pH值分别达到 44.9 mmol和 9.60,接近于鲫的生存上限,值得注意。

通常位于干旱和半干旱地区的湖泊由于蒸发浓缩的作用,水位将趋于下降面积趋于减小,水的含盐量逐渐升高。但是正如我们早先所指出的^[1],达里湖有丰富的地下水补给,

水位较稳定, 近期的变化并不完全趋向于变浅, 以后的变化仍是波动式的. 当前正是低水位期, 以后水位上升后含盐量、碱度和 pH 值将会下降, 但是, 如果入湖河水受拦截或气候的反常变化, 水位继续下降, 就会对渔业造成毁灭性的影响.

2) 各类饵料生物的种别数较 70 年代有所减少. 浮游植物从 72 个减到 52 个, 浮游动物从 35 个减到 27 个, 底栖动物从 17 个减到 5 个. 这种变化未必是水质恶化引起的. 淡水藻类和无脊椎动物对水质盐碱化的适应能力一般强于鱼类, 达里湖水含盐量、碱度和 pH 的增高均在原有鱼类适应范围之内, 也不应导致浮游生物和底栖动物区系的显著变化. 主要原因应该是采样次数减少和每次采样范围缩小的缘故, 如所周知, 1975~1976 年春夏秋冬共进行 4 次采样, 每个采样站除定量水样外, 尚作较大范围的定性采集. 1994 年浮游生物春夏秋三季采样, 且秋季仅在岸边 3 个站采样, 由于船小一般未作大范围的定性采集; 底栖动物仅春夏两次采样. 由于公格尔水位下降, 河口区水浅, 船进不去, 难作较大规模的定性采样.

从饵料生物的生物量看, 浮游植物 (表 8) 较 70 年代增加了 23.1%, 蓝藻和硅藻比重有所减小, 绿藻和隐藻明显增加. 浮游动物量 (表 9) 则减少了 34.2%, 枝角类、轮虫、介形类和原生动物的比重下降桡足类急增. 春夏底栖动物量较 70 年代同期增加了 38.1%, 主要是春季急增夏季则稍有减少.

表 7 达里湖水化学因子变化

年份	春	夏	秋	平均	春	夏	秋	平均
	含盐量 / $\text{mg}^{\circ} \text{L}^{-1}$				pH 值			
1975~1976	5.64	5.53	5.47	5.55	9.40	9.52	9.37	9.43
1994	6.41	6.27	6.03	6.24	9.62	9.59		9.60
	总碱度 / $\text{mmol}^{\circ} \text{L}^{-1}$				氯离子 / $\text{mg}^{\circ} \text{L}^{-1}$			
1975~1976	44.8	44.4	44.2	44.5	1191	1177	1184	1184
1994	47.2	44.8	42.7	44.9	1184	1182	1206	1191
	硫酸根 / $\text{mg}^{\circ} \text{L}^{-1}$				钙离子 / $\text{mg}^{\circ} \text{L}^{-1}$			
1975~1976	270.7	294.2	260	275	5.7	5.5	5.8	5.67
1994	248	179.3	215.7	214.3	5.86	5.5	6.14	5.83
	镁离子 / $\text{mg}^{\circ} \text{L}^{-1}$				钠钾离子 / $\text{mg}^{\circ} \text{L}^{-1}$			
1975~1976	23.6	23.0	22.3	23.0	1945	1909	1920	1925
1994	24.9	23.4	23.4	23.9	2080	2044	1972	2032
	COD / $\text{mg}^{\circ} \text{L}^{-1}$				铵氮 / $\text{mg}^{\circ} \text{L}^{-1}$			
1975~1976	15.7	13.2	13.9	14.3	0.07	0.038	0.08	0.063
1994	14.4	21.9	9.5	15.3	0.108	0.228	0.079	0.172
	亚硝酸盐氮 / $\text{mg}^{\circ} \text{L}^{-1}$				磷酸盐 / $\text{mg}^{\circ} \text{L}^{-1}$			
1975~1976		0.003	0	0.0015	1.13	1.47	0.803	1.13
1994	0	0.0153		0.0076	0.851	0.865	0.752	0.827

达里湖磷多于氮,对于浮游植物发展的限制养分是氮,铵氮的增高应是浮游植物增加的主要原因.

3) 70年代我们根据饵料基础估计达里湖的产鱼潜力可达 $37.5 \sim 45 \text{ kg/hm}^2$. 现在各类饵料生物量虽有所增减,但尚不致影响到对鱼产力的估算.

达里湖按饵料生物量属于中营养型湖,其初级生产力在我国湖泊水库中属较高型^[2],相当于中-富营养型水平,根据我们早先对东北地区中营养型大型湖泊鱼产力的估算^[2],产鱼潜力在 $22.5 \sim 60 \text{ kg/hm}^2$ 之间. 与 70年代的估算结合起来,再考虑到最近几年鱼产量的下降,可以说,达里湖的产鱼潜力近期应在 $22.5 \sim 37.5 \text{ kg/hm}^2$ 左右.

表 8 达里湖浮游植物量和组成的变化

年份	季节	总量	蓝藻		硅藻		绿藻		隐藻		裸藻	
			mg/L	%	mg/L	%	mg/L	%	mg/L	%	mg/L	%
1994	春	1.626	0.867	53.3	0.584	35.9	0.135	8.3	0.04	2.5	0	0
	夏	1.925	1.248	63.9	0.254	13.0	0.306	15.7	0.144	7.3	0.002	0.1
	秋	3.337	1.163	34.8	1.450	43.4	0.709	21.3	0.014	0.4	0.001	0.1
	平均	2.306	1.093	47.9	0.763	33.1	0.383	16.6	0.066	2.8	0.001	0.1
1975	春	1.752	1.255	71.6	0.392	22.4	0.094	5.4	0.004	0.2	0.007	0.4
	夏	1.303	0.764	58.6	0.344	26.4	0.130	10.0	0.065	5.0	0	0
	秋	2.551	1.005	39.4	1.462	57.2	0.069	2.7	0.011	0.4	0.004	0.1
1976	平均	1.873	0.008	53.8	0.736	39.3	0.098	5.2	0.027	1.4	0.004	0.3

表 9 达里湖浮游动物量和组成的变化

年份	季节	总量	原生动物		轮虫		枝角类		桡足类		介形类	
			mg/L	%	mg/L	%	mg/L	%	mg/L	%	mg/L	%
1975	春	0.600	0.009	1.5	0.013	2.2	0	0	0.422	70.3	0.156	26.0
	夏	4.376	0.006	0.1	0.161	3.7	2.336	53.4	1.288	29.4	0.585	13.4
	秋	2.774	0.022	0.8	0.389	14.0	0.043	1.6	2.096	75.5	0.224	8.1
1976	平均	2.553	0.012	0.5	0.187	7.3	0.763	29.9	1.269	49.7	0.322	12.6
1994	春	1.314	0.001	0.1	0.036	2.8	0.183	13.9	0.939	71.4	0.155	11.8
	夏	1.963	0.018	1.0	0.053	2.7	0.158	8.0	1.581	80.5	0.154	7.8
	秋	1.679	0.001	0.1	0.048	2.9	0.102	6.1	1.487	88.5	0.041	2.4
	平均	1.684	0.007	0.3	0.046	2.7	0.148	8.8	1.336	79.3	0.117	6.9

据解玉浩等^[3]的统计,达里湖 1942~ 1978年 37年中平均单产约 18 kg/hm^2 ,最高年分曾达 37.5 kg/hm^2 . 1979年迄今单产趋于下降. 与其产鱼潜力相比,可以说达里湖的饵料基础尚未得到充分利用,其原因就是湖中缺乏足够数量的经济鱼类种群,因此首先必须合理利用和保护现有的鲫和雅罗鱼的资源. 鱼类学研究表明:这两种鱼的生长速度在加快,这点反映了资源量的下降. 必须确定合理的捕鱼量和捕捞规格,保护产卵场和幼鱼肥育条件,其次要继续进行耐盐碱性鱼类的引种驯化试验,70年代引进的青海湖裸鲤鱼和丁鲶虽未形成捕捞群体,但曾捕到成长的个体,说明这些鱼能适应达里湖的特殊水质,可继续和扩大其引种试验. 条件允许时可开展达里湖鲫及雅罗鱼和其他鱼类的杂交育种研究.

参 考 文 献

- 1 何志辉等. 达里湖水化学和水生生物学研究. 水生生物学集刊, 1981, 7 (3): 341~ 357
- 2 何志辉. 中国湖泊和水库的营养分类. 大连水产学院学报, 1987 (1): 1~ 10
- 3 解玉浩等. 达里湖鱼类资源现状和合理利用. 辽宁淡水渔业, 1979 (1-2): 115~ 124
- 4 Hammer U T. Saline lake ecosystem of the world. Junk Dordrecht, 1986

Restudies on the Hydrochemistry and Hydrobiology of Dali Lake

He Zhihui Jang Hong

Bi Fengshan

(Department of Aquaculture, DFC) (Water and Electricity Bureau of Keshiketeng Banner, Inner Mongolia)

Abstract Dali lake, located in a grassland in the east of Inner Mongolia, is an alkaline-saline lake with an area of 238 km² and a mean depth about 6.0 m. The limnological conditions and fishery resource had been studied during 1975~ 1976. This paper presents the restudies on the hydrochemistry and hydrobiology of this lake in 1994 and the results are compared with those in 1975~ 1976. The salinity, alkalinity and pH value are 6.24‰, 44.89 mmol/L and 9.6, which are 12.4%, 0.9% and 1.8% higher than those in 1975~ 1976, respectively. There are not essential changes in the species composition and the average biomass of plankton, but the number of zoobenthos is decreased owing to the lower water level of the rivers. The cause for the drop of fish yield in recent years and the potential fish productivity of the lake are discussed.

Key words Dali lake; hydrochemistry; hydrobiology; restudies