不同盐碱度水体的鱼类区系结构及主要经济鱼类生长的比较

黎道丰 蔡庆华

(中国科学院水生生物研究所;淡水生态与生物技术国家重点实验室,武汉 430072)

摘要: 通过对内陆15个盐碱度不同的典型水体中鱼类区系结构和主要经济鱼类生长的比较和分析,阐述了盐碱度对鱼类区系和鱼类生长的影响。比较和分析结果表明,鱼类的区系结构、种类数量和生长速度与水体盐碱度的高低有着密切关系,盐碱度高的水体其鱼类的生长速度较慢。将水体的pH值、盐度、碱度、硬度、电导率等几项盐碱指标与鱼类的种类数量进行逐步回归和相关分析,结果显示水体中鱼类现有的种类数量与盐碱指标的关系式为:LOG(现有种类数) = 4.0929 − 0.2866LOG(碱度) − 0.1857LOG(硬度),(R^2 = 0.7520, F = 18.1967, p = 0.0002);土著的种类数量与盐碱指标的关系式为:LOG(土著种类数) = 3.3832 − 0.3509LOG(盐度) − 0.44587LOG(碱度),(R^2 = 0.7116, F = 14.8058), p = 0.0006)。

关键词: 内陆;盐碱度;水体;鱼类区系;生长;比较

中图分类号: S931.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000 − 3207(2000)05 − 0493 − 09

在我国内陆地区,湖泊、水库分布广阔。统计资料表明,至1984年,全国在1km^{2}以上的天然湖泊有2,800多个,总面积达75,610km^2;大小水库有82,716座,渔业养殖面积为200多万hm^2[1]。从水资源的性质上,有咸水、半咸水和淡水。颇为丰富的鱼类资源和水质形态使得对于在不同盐碱度水环境中的鱼类区系结构及鱼类生物学性状之间的比较,显得尤为重要。为此,以15个盐碱度不同的典型水体(青海省的青海湖,新疆的艾比湖、乌伦古湖、博斯腾湖、柴窝堡湖,内蒙古的岱海、呼伦湖、达里湖、乌梁素海,辽宁省的大伙房水库,天津市的团泊洼水库、于桥水库,河南省的曹岗湖和湖北省的保安湖、梁子湖)为代表,比较其鱼类的区系结构及主要经济鱼类的生长状况,以期能在渔业生产方面提供参考依据。

1 水体的理化特征

限制鱼类生长的因子,除其饵料的数量、质量以外,最基本的重要因素,就是鱼类获得健康成长,维持水质的环境问题。为便于比较这些水体的鱼类状况,现将一些基本特征和

收稿日期: 1999 − 09 − 10;**修订日期:** 2000 − 05 − 30

基金项目: 国家自然科学基金项目(39670150);国家"九五"科技攻关专题(96 − 920 − 04 − 12);中国科学院内蒙古草原站课题;中国科学院湖沼第2期课题

作者简介: 黎道丰(1960—),男,广东梅州市人,高级工程师,主要从事渔业生态学及其相关研究工作

影响鱼类繁殖、生存、发育、生长等因素的几项重要指标列于表1。

表1 几种典型水体的理化特征

Tab.1 The physical-chemical characters of a few typical waters

项目 Items / 地点 Localities	水温 WT. (℃)	pH	溶解氧 DO (mg/L)	矿化度 DM (g/L)	碱度 Alk. (me/L)	硬度 HD (me/L)	类别 Types
青海湖 Qinghai Lake	0-18.9	9.1-9.4	2.06-10.02	11.9-13.49	18.9-24.95	61.1-73.99	咸水
博斯腾湖 Boshiteng Lake	0-	8.24-9.01	5.99-9.58	0.35-3.07	2.70-7.90	6.0-15.82	半咸水
艾比湖 Aibi Lake	0-	7.7-8.6	——	85.7-124.5	8.24	300.85	咸水
乌伦古湖 Wulungu Lake	0-22.5	8.8-9.0	7.2-7.65	3.00-3.19	11.68	9.4-9.78	半咸水
柴窝堡湖 Chaiwobao Lake	0-20	8.5-9.80	8.1-10.8	3.46-4.00	8.76-10.99	6.73-8.76	半咸水
岱海 Daihai Lake	0-23	8.4-9.33	6.25-9.46	4.08-4.61	9.81-11.74	9.86	半咸水
乌梁素海 Wuliangsu Lake	0-25.5	7.39-8.11	3.95-9.27	1.01-1.65	3.74-6.37	5.63-8.82	半咸水
达里湖 Dali Lake	0-23.6	9.42-9.70	4.51-11.4	5.10-6.54	36.7-48.58	2.08-2.45	半咸水
呼伦湖 Hulun Lake	0-24	8.7-8.9	6.93-14.13	1.11-15X	10.3-14.94	5.46-8.67	半咸水
大伙房水库 Dahuofang Reservoir	0-29	7.0-8.9	3.6-10.9	3.5	1.1-1.3	1.37-1.57	半咸水
团泊洼水库 Tuanpowa Reservoir	0-30.2	7.8-8.9	4.61-11.57	3.47-9.27	2.7-6.16	24.4-31.6	半咸水
于桥水库 Yuqiao Reservoir	0-30.4	8.21-9.03	8.64-14.5	0.14-0.24	2.13-2.51	2.13-2.21	淡水
曹岗湖 Caogang Lake	0-31.1	8.3-9.25	8.16-13.14	0.47-1.01	2.42-7.48	3.6-5.06	半咸水
保安湖 Baoan Lake	5.2-34.2	6.82-9.53	7.3-11.71	0.22-0.29	0.74-1.02	1.66-6.70	淡水
梁子湖 Liangzi Lake	4.7-30.9	7.7-8.9	6.0-13.8	0.07-0.16	0.68-1.62	0.31-1.45	淡水

一般来说，盐度即矿化度小于1g/L的水体为淡水水体；矿化度在1—6g/L范围内为微咸水；矿化度在6—35g/L范围内为咸水；矿化度大于50g/L的内陆水体则称之为盐湖。根据水化学状况和水的盐度界限来划分，艾比湖属于弱碱性硫酸镁亚型盐湖；青海湖和达

里湖分别属于 Cl_{II}^{Na} 和 C_{I}^{Na} 型弱碱性咸水水体;博斯腾湖、乌伦古湖、柴窝堡湖、岱海、乌梁素海、呼伦湖、大伙房水库、团泊洼水库和曹岗湖分别属于 S_{I}^{Na}、Cl_{I}^{Na}、S_{I}^{Na}、Cl_{II}^{Na}、Cl_{II}^{Na}、C_{I}^{Na}、C_{II}^{Ca}—C_{III}^{Ca}、Cl_{II}^{Na} 和 C_{I}^{Na} 型弱碱性微咸水水体;于桥水库、保安湖和梁子湖分别属于 C_{II}^{Ca}、C_{II}^{Ca} 和 C_{I}^{Ca} 微碱或弱碱性淡水水体。从以前的调查材料看,这几个属于咸水、半咸水的水体,其盐度一直在逐年上升,并且有进一步咸化的趋势[2—5]。

2　鱼类区系结构

青海湖地区有鲤科裂腹鱼亚科裸鲤属的普氏裸鲤、甘子河裸鲤和鳅科高原鳅属的硬刺高原鳅、隆头高原鳅、斯氏高原鳅及背斑高原鳅 6 种,均属于中亚山区复合体区系成分。在青海湖内则仅有普氏裸鲤、硬刺高原鳅、隆头高原鳅及背斑高原鳅 4 种。湖中鳅科鱼类占 75%,鲤科鱼类仅占 25%[6,7]。

博斯腾湖的鱼类共有 25 种,其中鲤科鱼类 21 种,鳅科、鳉科、鲈科和鲌科各一种。除扁吻鱼、塔里木裂腹鱼和高原鳅这 3 种以外,其余 22 种均为引入种类,而这三种原有鱼类均属于中亚高原山区区系复合体成员。湖中的鲤科鱼类占 84%[2]。

艾比湖水系有鱼类 2 科共 14 种,由于湖中盐度过高,仅有新疆雅罗鱼和黑斑高原鳅[2]。

乌伦古湖水系的现有鱼类种数为 29 种,其中土著鱼类只有贝加尔雅罗鱼、河鲈、银鲫、丁鱥、花丁鱥、西伯利亚花鳅、北方高原泥鳅 7 种,占该水系鱼类总种类数的 24%[2]。

柴窝堡湖的鱼类有 14 种。分别隶属 13 个属,2 个科。其中以鲤科鱼类种数最多,有 12 种,占总种数的 85.7%;其次为鳅科,有 2 种,占 14.3%[2]。

达里湖地区共栖息着鲤科鱼类 11 种,鳅科鱼类 6 种,刺鱼科 1 种。有鲫鱼、瓦氏雅罗鱼、麦穗鱼、凌源鲌、棒花鱼、兴凯颌须鲌、长尾鱥、鲤、鲢、鳙、高原鳅、北鳅、花鳅、泥鳅和中华刺鱼等,其中鲤、鲢、鳙为人工移植放养种类。而在达里湖内的种类只有 12 种。达里湖鱼类由四个复合体组成:属于古代第三纪区系复合体的有鲫、麦穗鱼、泥鳅、凌源鲌和中华刺鱼;属于北方平原复合体的有瓦氏雅罗鱼、长尾鱥、花鳅、北鳅;属于中亚高原山区区系复合体的有高原鳅属鱼类;属于中国平原区系复合体的有颌须鲌和棒花鱼[3]。

乌梁素海的鱼类隶属 4 目 7 科 21 种,其中鲤科鱼类所占比例为 87.1%;鳅科占据 19.0%;鲇科、鮠科、鳟科、塘鳢科及鰕虎科各有 1 种,分别占总种类数的 4.8%[2]。

岱海有鱼类 28 种,隶属于 3 目 7 科。其中以鲤科鱼类为主,共 21 种,占 75%;鳅科次之,有 2 种,而鮠科、鲌科、塘鳢、刺鳅、银鱼科各一种。其土著鱼类为拟鲇和几种高原鳅,其余的均为移植引进品种。该水体鱼类区系基本上属于宁蒙高原区主体类型,种类不多,区系复合体简单。以江河平原区系复合体的种类最多,占总数的 60%,如鲤、鲫、鲢、鳙、草鱼、鳊、鲂等;还有雅罗鱼、后鳍巴鳅等北方平原复合体种类;而南方热带区系复合体的黄颡、黄黝等,虽曾发现,但数量不多[2,5]。

呼伦湖水系有 30 种鱼类。其中鲑科鱼类有哲罗鱼和细鳞鱼 2 种,鲤科鱼类有雅罗鱼、草鱼、拟赤梢鱼、唇鲭、花鲭、犬首鲌、细体鲌、兴凯颌须鲌、条纹拟白鲌、东北黑鳍鲅、蛇鲌、突吻穗、麦穗鱼、团头鲂、蒙古鲌、红鳍原鲌、油鲹、黑龙江鳑鲏、大鳍刺鳑鲏、银鲫、鲤、鲢、鳙等 23 种,鳅科有泥鳅、花鳅 2 种,还有鲶科的鲶、鳇科的江鳇和狗鱼科的狗鱼各 1

种。其中草鱼、团头鲂、鲢和鳙是引进品种。包括引进品种在内,呼伦湖的鱼类有21种。该湖的鱼类品种虽然不多,但区系组成却较为复杂。其中北方平原区系及北极鱼类,体现了北方区的鱼类区系组成特色。此外,中国平原复合体的一些种类,如红鳍原鲌、蒙古鲌在呼伦湖也有分布,而且产量占优势,又体现了北方区黑龙江流域所具有的西伯利亚与江河平原鱼类的显著交互性质的特点[5,8]。

大伙房水库共有鱼类40种,其中青鱼、草鱼、鲢、鳙、团头鲂系人工投放的,鳜、青梢鲌、尖头鲌系人工带入的,其他种类系水库及河道自然繁殖[2]。

团泊洼水库的鱼类共有22种。在这些鱼类中,鲤科鱼类有13种,占总数的59%。而其他的鱼类隶属于鳅科、鲶科、鲿科、鳉科、鳢科、塘鳢科、鰕虎科、鲇科和合鳃科各1种[1]。

于桥水库共有鱼类34种。在文献中只查到27种鱼类的名录[2]。

曹岗湖的鱼类为28种,其中放养鱼类有4种,隶属于6目10科。鲤科鱼类19种,占总数的67.8%。其余9种,分属鳗鲡科,鳅科,鲇科,鲿科,鳉科,合鳃科,塘鳢科,鰕虎科和鳢科[4]。

保安湖现有鱼类60种,分别隶属于14科45属。其中鲤科鱼类计39种,占总数的65%[9]。梁子湖鱼类的种类数量有70多种,但能查到名录的鱼类只有63种[10,11]。

根据上述湖泊水系中鱼类的种类分布,(1)从生态学角度可以分为以下三种类型:A. 湖泊定居型:如鲤、鲫、青梢鲌、翘嘴鲌、红鳍原鲌、乌鳢、黄鳝、花鳙、团头鲂、似鳊、中华鳑鲏、麦穗鱼、泥鳅等,这类鱼的数量居多,均在湖中摄食、生长和繁殖。B. 半洄游型:如草鱼、鲢、鳙等,这类鱼在湖泊、江河无阻隔的情况下,一般在湖中肥育、生长,而洄游到江河(流水水体)越冬和繁殖。C. 冷水溪流型:如细鳞鱼、哲罗鱼、江鳕、狗鱼、蒙古鲌、红鳍原鲌、鲤、鲫等。(2)按其起源、分布和生态特征,总体上可分为以下五大类:A. 北方山麓复合体:包括细鳞鱼、哲罗鱼及北极淡水鱼类江鳕,这是一些典型的北方冷水性鱼类。B. 北方平原复合体:包括狗鱼、银鲫、雅罗鱼、兴凯颌须鮈、花鳅、拟赤梢鱼、东北黑鳍鲸、条纹拟白鮈等,这些是北方亚寒带平原区的鱼类。C. 中国平原复合体:包括蒙古鲌、红鳍原鲌、鲤、鲫、唇鲭、花鳙、犬首鮈、细体鮈、蛇鮈、鲢、鳙、团头鲂、草鱼等,这一类广泛分布于江河平原区。D. 第三纪早期复合体:包括鲶、鲤、麦穗等,这是一群比较古老、生活适应能力强、分布广泛的鱼类。E. 南方热带复合体:包括黄颡鱼、黄鳝等。(3)分布差异:根据鱼类对盐度的耐受程度,可以分为广盐性鱼类和狭盐性鱼类。广盐性鱼类为一些降河或溯河洄游的鱼类,而狭盐性的鱼类为一些典型的淡水鱼,如鲢、鳙等。除保安湖和梁子湖外,上述水体的鱼类还有一个共同的特点是引入种类较多。

根据现有资料,盐碱度较高的水体,其鱼类的种群结构则较为简单。从湖泊水系中鱼类的种类数量看,上述湖泊水库中盐碱度高的水体其鱼类的种类数量明显较少,而且鱼类的种类数量基本上随着水中盐度的降低而增加。由于鱼类种类的分布和数量除了受水体本身生物与非生物因子的影响外,还受地理方面等其他许多因素的影响,所以很难看出水中盐碱度的高低与鱼类数量的多寡在分布区系方面有显著的关系,但若把上述水体用内

1) 方榕乐,朱晓鸣,苗金信等. 团泊洼水库鱼类和渔业调查[R]. 天津市静海县团泊洼水库水体生物生产力及渔业开发利用的研究. 1990(内部资料).

流封闭型与外流通江型湖泊加以区分,那么它们之间其鱼类种类、数量的差异则显而易见,即外流通江型湖泊的鱼类种类数量明显大于内流封闭型湖泊。为了能定量描述鱼类区系的种类数量与水体的pH值、电导率、盐度、碱度、硬度等几项基本环境因子之间的关系,作者采用了多种方法和函数对其进行逐步回归和相关分析,结果发现无论是现有的鱼类种类数量还是土著的鱼类种类数量均与水体的碱度、盐度或硬度有着显著的关系。从单因子来看,鱼类的种类数量与这几个因子之间呈幂指数关系;然而由于鱼类的生长发育受各因子之间交互作用的影响,因而从多因子方面来看,鱼类种类数量的对数值与这几个因子的对数值之间的集合呈线性关系(表2)。必须指出的是,由于受到引用材料的限制

表2　鱼类种类数量与水体盐、碱度等环境因子的关系

Tab.2　The relationships between species of fish and environmental factors.

	应变量 dependent variable	自变量 I. independent variable	方程式 Equation $Y=aX^b$			
			a	b	p	r
单因子Single factor	现有种数 Species	盐度	30.2289	−0.2545	0.0013	0.7499
		碱度	49.1856	−0.3952	0.0010	0.7595
		硬度	45.6498	−0.2833	0.0028	0.7135
		电导率	34.2779	−0.3192	0.0008	0.9557
	土著种数 Species	盐度	15.7431	−0.5355	0.0006	0.7779
		碱度	40.6460	−0.7873	0.0014	0.7460
		硬度	31.3307	−0.5285	0.0079	0.6564
		电导率	19.3482	−0.6402	0.0318	0.7972
多因子Multiple factors	现有种数 Species	盐度×碱度	39.6662	−0.1876	0.0001	0.8295
		盐度×硬度	38.0462	−0.1496	0.0007	0.7742
		盐度×pH	52.3682	−0.2557	0.0010	0.7607
		碱度×硬度	58.8681	−0.2268	0.0000	0.8595
		碱度×pH	105.1197	−0.3724	0.0013	0.7506
		硬度×pH	84.1415	−0.2887	0.0020	0.7309
		盐度×碱度×硬度	45.0512	−0.1302	0.0001	0.8436
		盐度×碱度×pH	58.7035	−0.1853	0.0001	0.8305
		LOG(现有种类数)=4.0929−0.2866LOG(碱度)−0.1857LOG(硬度) ($R^2=0.7520$, F=18.1967, p=0.0002)				
	土著种数 Indigenous species	盐度×碱度	27.3167	−0.3863	0.0001	0.8423
		盐度×硬度	24.4175	−0.2988	0.0010	0.7623
		盐度×pH	50.0139	−0.5382	0.0005	0.7893
		碱度×硬度	54.7567	−0.4361	0.0002	0.8147
		碱度×pH	185.8426	−0.7436	0.0016	0.7391
		硬度×pH	102.5141	−0.5408	0.0058	0.6752
		盐度×碱度×硬度	34.1923	−0.2599	0.0001	0.8302
		盐度×碱度×pH	61.2951	−0.3818	0.0001	0.8438
		LOG(土著种类数)=3.3832−0.3509LOG(盐度)−0.4458LOG(碱度) ($R^2=0.7116$, F=14.8058, p=0.0006)				

制,以至于有的水体无法判定其鱼类种类是否为土著种类,在此只能将其中不可能为土著种类的部分鱼类去除,剩余部分则权当土著鱼类参与数据处理。如于桥水库现有鱼类34种,其中的草鱼、鲢、鳙及团头鲂显然是引入种类,将其剔除,则土著鱼类的种类数量为30种。有鉴于此,表2中所列的土著种类与其他水环境因子的关系式可能与实际情况存在一定程度差异,但总体上不会有太大的影响。

3 鱼类的生长与比较

青海湖裸鲤是青海湖地区的重要经济鱼类,在湖内的渔业资源量达5万多t,是一种食谱很广的杂食性近底层鱼类。与其他裂腹鱼类的生长相比,青海湖裸鲤生长缓慢,在长度上无明显的生长阶段,体重250g者平均为8—9龄,而体重500g者则平均为11－12龄。在地处高原、气候寒冷的特定环境下,水中饵料生物贫乏和生长期短是生长缓慢的主要因素[7,12,13]。

关于岱海的鱼类生物学问题,有不少学者对其进行过研究[14-17]。陈瑗对岱海1—7龄共七个龄组鲤的生长进行分析[15],并将其结果与梁子湖、呼伦湖、乌梁素海、博朗湖及扎卢斯克湖中鲤鱼的生长情况作比较,发现岱海鲤的生长状况与梁子湖的相仿,且比其他湖泊的较好。他认为在贫营养型半咸水的岱海中,鲤生长如此良好的原因可能与该水体中鲤的密度较小,饵料相对丰富,以及岱海作为渔业利用的时间不长,饵料被鱼类利用的时间亦不长有关。郑葆珊在研究岱海青鱼的生长时指出,与黑龙江流域(俄罗斯部分)相比,岱海青鱼的生长情况颇为良好[16]。彭本初等将不同年份鲫的生长情况进行比较时发现,岱海鲫历年生长速度有减缓的趋势,认为这是水体中鱼类种群密度增加,从而导致饵料供应紧张所引起的结果[17],遗憾的是他们没有把这一现象与岱海在这段时间里也同时在不断浓缩的情况联系起来加以分析。

瓦氏雅罗鱼在达里湖及其他许多高寒盐碱化的湖泊中是重要经济鱼类。由于瓦氏雅罗鱼是以动物性饵料为主的杂食性鱼类,在严寒的冰下也有很大部分个体旺盛地摄食,而且对水中碱度的含量有较高的适应性,因而生长良好。解玉浩等在对达里湖瓦氏雅罗鱼和鲫的生物学方面问题进行了研究之后提出,瓦氏雅罗鱼应是北方地区天然水域,特别是盐碱化内陆湖泊的重要养殖对象。并且同时指出,鲫在该湖泊中生长很慢,而且显著慢于我国其他水域的鲫。如与白洋淀的鲫比较,生长速度要慢一倍。达里湖2龄鲫的体长相当于白洋淀1龄鲫的体长。他们认为达里湖鲫生长慢的原因可能是盐碱化的水质对鲫栖息生长不利;地处高寒高原,生长期短[3]。在此之后,姜志强等又对达里湖鲫的生长情况作了进一步的研究,并与以前的资料进行比较,发现达里湖鲫的生长速度在环境条件没有太大变化,含盐量、碱度和pH值稍有上升,饵料基本稳定的情况下反而有加快的现象,他们将造成这种现象的原因解释为由于种群密度减小。同时,他们指出虽然鲫的种群密度减小,生长速度加快,但与其他一些水域比较,达里湖鲫的生长速度还是较慢的。如达里湖鲫6龄的体长约与梁子湖4龄的体长相当。他们同样认为这除了与达里湖地处高寒地区生长期短有关以外,盐碱性的水质也是影响其生长的一个重要原因[18]。

早在50年代末黄尚务等就关于呼伦湖鲤生长方面的研究作过报道[19]。其后,严志

表3　不同水体鲤、鲫(体长/体重)的生长状况(单位:cm,g)

Tab.3　The growth of *Cyprinus carpio* and *Carassius auratus* in different waters.

水体名称	采样时间	年龄/品种	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	体长与体重的关系
博斯腾湖	1987.8	鲤	25.2	26.4	26.6	- - -	- - -	
Boshiteng Lake		*Cyprinus carpio*	360	392	430	- - -	- - -	
柴窝堡湖	1985.6		- - -	24.9	35.0	- - -	- - -	
Chaiwobao Lake			- - -	320	850	- - -	- - -	
岱海	1962.5		20.2	27.9	39.6	44.8	52.3	$W=0.00035L^{2.52}$
Daihai Lake			180	501	1229	1800	2633	
乌梁素海	1960.7		26.8	37.4	40.9	- - -	- - -	$W=0.03819L^{2.8158}$
Wuliangsu Lake			454	1040	1569	- - -	- - -	
呼伦湖	1981.6—		16.2	22.0	26.3	30.9	36.3	$W=0.06220L^{2.6937}$
Hulun Lake	1982.1		104	243	439	736	1108	
团泊洼	1989.4—		17.0	33.0	380	- - -	- - -	$W=0.0224L^{2.9606}$
Tuanbowa Reservoir	1989.9		100	750	1090	- - -	- - -	$r=0.9175$
曹岗湖	1987—		- - -	- - -	23.3	29.6	36.3	$W=0.3259L^{2.2151}$
Caogang Lake	1988		- - -	- - -	345	630	905	$p=0.0000, r=0.9998$
保安湖	1995.11—		30.1	37.3	43.3	52.8	58.5	$W=0.04258L^{2.8154}$
Baoan Lake	1996.1		612	1165	1856	2922	3907	$p=0.0000, r=0.9940$
博斯腾湖	1987.8	鲫	- - -	- - -	20.9	21.0	- - -	
Boshiteng Lake		*Carassius auratus*	- - -	- - -	256	268	- - -	
柴窝堡湖	1985.6		13.4	14.8	- - -	- - -	- - -	
Chaiwobao Lake			75	103	- - -	- - -	- - -	
岱海	1996.7—		9.8	12.6	14.8	17.1	19.1	$W=0.0329L^{2.946}$
Daihai Lake	1996.8		28	69	96	141	186	
呼伦湖	1981.6—		12.6	16.9	19.3	22.1	24.6	$W=0.05616L^{2.8652}$
Hulun Lake	1982.1		67	185	272	415	545	
达里湖	1975—		- - -	11.7	13.2	14.5	16.4	$W=0.000988L^{3.1676}$
Dali Lake	1977		31	66	96	115	159	
团泊洼	1989.4—		13.0	16.5	18.0	- - -	- - -	$W=0.0153L^{3.2443}$
Tuanbowa Reservoir	1989.9		67	140	180	- - -	- - -	$r=0.8823$
梁子湖	1956—		13.3	16.8	18.8	25.2	26.3	$W=0.0307L^{3.0397}$
Liangzi Lake	1957		83	158	236	582	631	$p=0.0000, r=0.9994$

注:表格中数据按体长/体重排列。

德等不仅在此基础上对鲤作了进一步的研究,另外还对呼伦湖中鲫(银鲫)的生长情况也作了分析。他们发现呼伦湖中鲤的生长状况较呼伦湖水系的慢,认为这可能与鱼类的生活条件有关。根据对不同年份鲤生长情况的比较,他们还发现呼伦湖鲤的生长有减速之趋势[20]。值得注意的是,呼伦湖鲫的生长状况也出现与鲤相类似的情况,即呼伦湖中鲫

的生长状况较呼伦湖水系的慢。

曹岗湖主要经济鱼类的生长速度不一。从黄根田等所提供的材料来看，曹岗湖中鲤的生长情况显然欠好，其原因归结为该水体中天然饵料不足和鱼类的种群密度过大，但并未涉及水质的盐碱性对鱼类生长造成的影响[4]。

保安湖的经济鱼类主要为草鱼、鲢、鳙、鲤等，由于水质良好，加上天然饵料充足，其生长速度较快。如 1^+、2^+ 和 3^+ 龄草鱼的平均体长分别为 38.4cm、53.7cm 和 71.8cm，平均体重分别为 1017g、2752g 和 6538g。若根据肥满度的判断，则保安湖草鱼的生长状况优于武汉东湖的草鱼[9]。

由于上述水体的盐碱度和鱼类的区系结构不尽相同，为便于比较，这里选用广盐性鱼类鲤、鲫为代表，以鱼的年龄、体长、体重等几项基本生长指标进行比较[21—24]（表 3）。根据表格中所列的生长数据及体长—体重的关系式中不难看出，盐碱度不同的水体，其鱼类的生长状况存在明显的差异。

参考文献：

[1] 张觉民. 中国内陆水域渔业资源[M]. 北京：农业出版社，1990

[2] 金相灿. 中国湖泊环境(第二册，第三册)[M]. 北京：海洋出版社，1995

[3] 解玉浩，付平，朴笑平. 达里湖的鱼类区系[J]. 辽宁淡水渔业，1979，(1—2)：60—65

[4] 蒋一珪. 豫北平原渔业发展与渔业生态研究[C]. 北京：科学出版社，1992

[5] 王苏民. 岱海——湖泊环境与气候变化[M]. 合肥：中国科学技术大学出版社，1990

[6] 朱松泉. 中国淡水鱼类检索[M]. 南京：江苏科学技术出版社，1995

[7] 青海省生物研究所. 青海湖地区鱼类区系的研究和青海湖裸鲤的生物学[C]. 北京：科学出版社，1975

[8] 尼科尔斯基著. 高岫译. 黑龙江流域鱼类. 北京：科学出版社，1960

[9] 梁彦龄. 草型湖泊资源、环境与渔业生态学管理(一). 北京：科学出版社，1995

[10] 朱宁生，陈宏溪. 梁子湖中鳜鱼的食性. 水生生物学集刊，1959，(3)：262—271

[11] 刘建康. 梁子湖的自然环境及其渔业资源问题[A]. 太平洋西部渔业研究委员会第二次全体会议论文集[C]. 北京：科学出版社，1959，52—64

[12] 史建全，王基琳. 青海省湖渔业资源的现状及对策[J]. 水产科技情情，1995，22(1)：42—43

[13] 张玉书，陈瑗. 青海湖裸鲤种群数量变动的初步分析[J]. 水产学报，1980，**4**(2)：157—177

[14] 李玉和，张可为. 岱海鱼类区系和渔业资源现状的分析研究[J]. 淡水渔业，1987，(2)：24—27

[15] 陈瑗. 内蒙古岱海鲤鱼的年龄和生长[J]. 海洋与湖沼，1965，**7**(3)：253—264

[16] 郑葆珊. 内蒙古岱海青鱼的年龄与生长[J]. 动物学杂志，1964，(1)：18—21

[17] 彭本初，杜昭宏，刘海涛. 岱海鲫鱼的种群特征[J]. 水利渔业，1997，No.2，20—21

[18] 姜志强，秦克静. 达里湖鲫的年龄和生长[J]. 水产学报，1996，**20**(3)：216—221

[19] 黄尚务，吴清江，易伯鲁等. 黑龙江流域鲤鱼的繁殖、食性和生长[J]. 水生生物学集刊，1959，(2)：200—210

[20] 严志德. 达来湖莫力庙水库渔业资源调查论文集[C]。呼和浩特：内蒙古人民出版社，1985

[21] 张有为. 内蒙古乌梁素海鲤鱼的年龄和生长[J]. 动物学杂志，**6**(3)：120—122

[22] 陈佩薰. 梁子湖鲤鱼鳞片年轮的标志及其形成的时期[J]. 水生生物学集刊，1959，(3)：255—261

[23] 陈佩薰. 梁子湖鲫鱼的生物学研究[J]. 水生生物学集刊，1959，(4)：411—420

[24] 蒋一珪，陈佩薰. 梁子湖鲤鱼的生物学[J]. 水生生物学集刊，1960，(2)：43—56

COMPARISON OF FISH FAUNA STRUCTURE AND MAIN ECONOMIC FISH GROWTH AMONG DIFFERENT SALINE AND ALKALINE WATERS

LI Dao-feng and CAI Qing-hua

(*Institute of Hydrobiology, The Chinese Academy of Sciences;*
State Key Laboratory of Freshwater Ecology and Biotechnology, Wuhan 430072)

Abstract: We analyze and compare fish fauna structure and main economic fish growth among 15 representative different saline lakes and reservoirs, and the influence of salinity and alkalinity on fish fauna and fish growth were discussed. The result showed that: fish fauna structure, species and growth are closely relative to the concentration of salinity and alkalinity, high concentration of salinity and alkalinity result in slow growth of fish. Stepwise regression and correlation analyses were used to study relationship among pH, salinity, alkalinity, hardness, conductance and fish species. We get two equations: LOG (Total Fish Species) = 4.0929 − 0.2866LOG(Alkalinity) − 0.1857LOG (Hardness), (R^2 = 0.7520, F = 18.1967, p = 0.0002), LOG(Native Fish Species) = 3.3832 − 0.3509LOG(Salinity) − 0.4459LOG(Alkalinity), (R^2 = 0.7116, F = 14.8058), p = 0.0006).

Key words: Inland, Saline and alkaline, Waters, Fish fauna, Growth, Comparison