

青海省柴达木盆地可鲁克湖渔业环境和鱼类引种*

赵利华⁽¹⁾ 王基琳⁽²⁾ 张玉书⁽³⁾
陈 媛⁽²⁾ 郑英敏⁽⁴⁾ 王似华⁽³⁾

(中国科学院西北高原生物研究所, 西宁)

提 要 可鲁克湖(以下简称克湖)位青海省柴达木盆地,海拔2800米,面积43~54平方公里,呈洼地型,最深8米,盐度0.79%。5~9月份最高月均水温通常在18°C以下,但浅水区广阔,夏季晴天多,出现有较高的水温。湖内生物种类简单,多为广温、低温、广盐、淡水和喜清洁种,优势种数量大。因地理隔离等限制因子,地方鱼类仅有裸鲤和条鲈。1973年起引入鲤、鲫、鲢、鳙、草鱼、青鱼和团头鲂等,其中鲢、鳙、青鱼等引种失败;草鱼、团头鲂尚有成功的可能;鲤、鲫鱼已取得成功,且已能繁殖。要提高移植鱼类的成活率、生长率,以及湖泊生产力和经济效益等,还需要投放大规模鱼种,使之有面对高原环境条件新能力。另外,克湖要成为青藏高原优越的引种驯化基地,需要进一步寻找和探索适应高原环境的引种对象。这是一项十分有意义的工作。

关键词 可鲁克湖,环境,引种

克湖位于我国三大盆地中海拔最高的柴达木盆地东北部。调查前几乎为一原始湖。有关克湖生物资料,在 Charles vaurie^[8] 的著作中已有记载。十九世纪末俄人 H. H. 普尔热斯基在第三次考察时曾途经克湖(原名库尔雷克湖);1893年10月至1894年4月间 B. И. 罗波洛夫斯基和 П. К. 科兹洛夫至该湖并建立基地。他们采集了巴音河鱼类,记载在中亚科学考察报告鱼类部份^[9]。1970年青海省水电局规划院在该湖进行了水文、水化学、湖面积等测量工作。1973年青海等地农牧局开始鲤、鲫鱼引种试验。1976年发现形成鲤鱼群体。我们接受委托于1977~1980年进行了调查。关于鲤鱼年龄生长已有专题报导^[1],底栖动物也作了专题补充调查^[2],本文则就有关渔业环境和引种问题的调查研究加以论述。

1977年6、7月使用机动橡皮艇在湖的沿岸和浅水处进行地貌和水生生物调查。克湖四周几乎被“盐泽”地包围,又常受风暴袭击,入湖艰难,故选择巴音河口和东端、西北端尚能入湖处进行考察。水生生物采样站位(▲)见图1。鱼类调查于1977—1980年用丝挂网捕获的放养鱼类和土著鱼类进行生物学测定。那时还曾进行了托素湖的局部水域调查。

* 调查工作得到海西州赵场长、应伯才同志的大力支持,谨此致谢。作者已分别调职:(1)上海市水产研究所;(2)青海省水产研究所;(3)中国科学院南京地理与湖泊研究所;(4)天津师范大学。

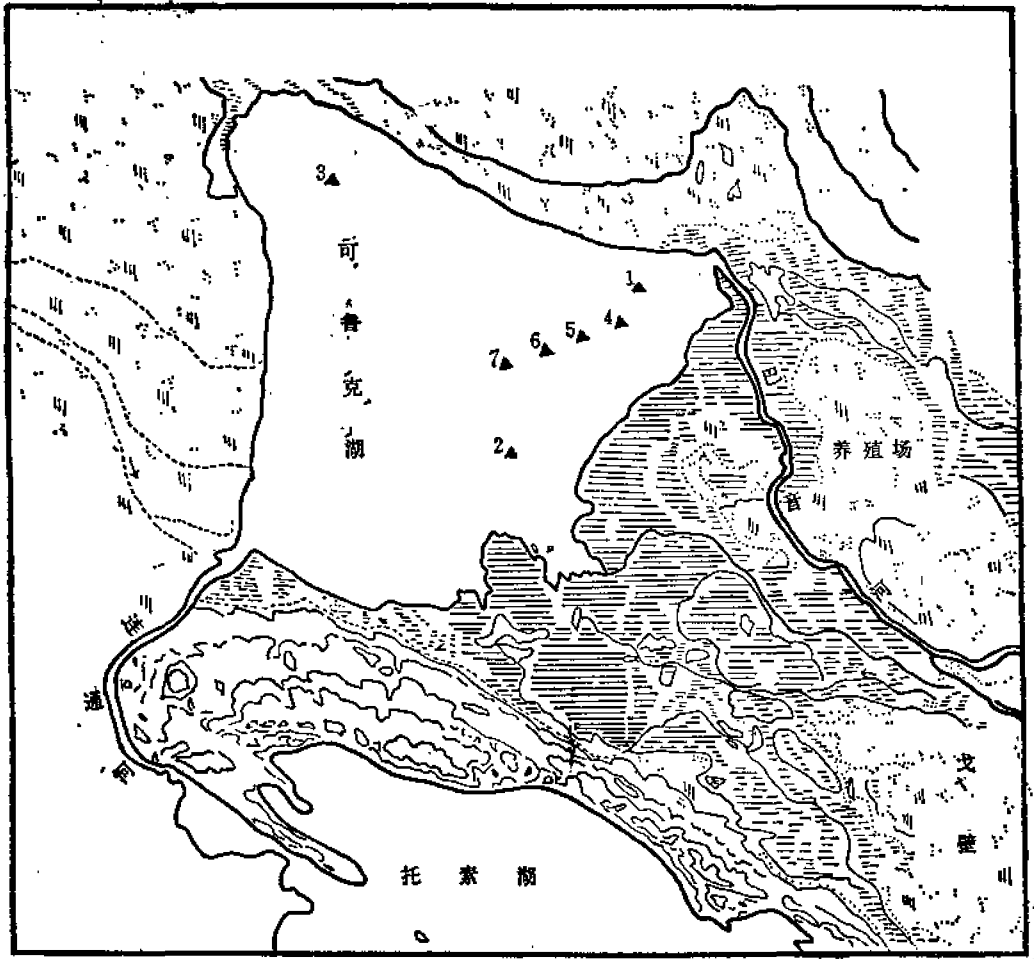


图1 可鲁克湖地形及水生生物采集点

Fig. 1 The topography of Keluke Lake and the hydrobios sampling points

自然环境

一、地貌 根据地貌资料，柴达木盆地是在前寒武纪地块的基础上发展起来的山间盆地。盆地海拔在 2600~3000 米。第三纪以前还是个大湖。沉积有很厚的第三纪地层。第四纪以前湖面逐渐缩小变干。盆地四周高山环抱，水系由山地汇注盆地。盆地存在不同含盐度的大小湖泊 5000 多个。湖水矿化度增高演变成各种咸水湖、盐湖。“柴达木”蒙语是“盐泽”的意思。盆地中淡水湖已几乎不存在。克湖为一淡水流经湖，迳流补给量较大，主要受巴音河水补给（融雪山水和雨水），年平均流量 5.83 秒立方，故至今仍为微咸水湖。克湖位于宗务隆山南部，界于东经 $96^{\circ}51' \sim 96^{\circ}58'$ ；北纬 $37^{\circ}15' \sim 37^{\circ}20'$ 。湖东西轴长 9.0 公里，南北轴长 8.5 公里。湖的东北端有巴音河流入淡水，湖的西南端出水口有 6 公里长的连通河泄入南面的封闭型咸水托素湖，连通河平均流量为 5.38 秒立方。托

素湖环抱高地和沙滩,为一构造湖盆。水面积96~100平方公里,盐度26.5%。透明度在水深1米处仍1米。湖内沿岸无陆地植物和水生植物生长,湖中鸟岛鸟粪堆积,但不见鱼类,仅有连通河出口处有被冲入的体弱条鲈。

克湖是个洼地湖,浅水带和湖周“盐泽”面积大。因湖泊水位受巴音河上游农场灌溉用水、降雨量、迳流量、蒸发量的影响,故湖面积变化大。在海拔2813米湖面积为42.8平方公里;而在2814米则可达53.8平方公里,一般有10平方公里变动。据1970年青海省水电局所属科研单位103个点的测量,平均水深5米,最大水深13.3米,湖面积通常在53平方公里。

二、水化学 从离子组成看,该湖已演变成以阴离子 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、阳离子 K^+ 、 Na^+ 为主的含盐类型湖泊(见表1),盐度0.79%,pH7.3。湖水盐度在东、东北、东南、巴音河口和深水区较低,浅水带透明度30厘米,敞水区可达60~100厘米。

表1 克湖主要离子组成(毫克/升)

Tab. 1 The percentage of primary ions in the Keluke Lake(mg/L)

pH	总离子数	$K^+ + Na^+$	Ca^{++}	Mg^{++}	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	CO_3^{2-}	总碱度	总硬度
7.3	785.9	150.4	28.3	67.1	356.5	208.3	64.2	11.1	2	5.4

注:由青海省水电局水利水电工程处提供,1970年7月共18个取样点。

三、气候和温度 克湖干旱,雨水少,蒸发量大,湖区大风季节从10月至来年5月。最大风力可达八级以上。气温较低,最高27°C,最低零下22°C。通过15°C的积温值333.9°C共只有20天,但是晴天多、无霜期长(100~120天)、日照长,年时数为3108.8小时。图2为巴音河下游区(河口区)气温、水温和鱼池水温资料。湖区结冰期长,自12月中旬至4月中旬,冰厚约70厘米(湖心)。从图2可知,5~9月最高月均水温几乎都在18°C以下,9月份达10°C以上。但是表层水温与天气和水深有很大关系,变化较大。如我们在6~7月1~2米浅水处,表层水温15~17°C。8月份在浅水植物丛区晴天竟测得33°C。一般而言,夏季在芦苇、湖弯、水草区水域高于敞水区。夏季鱼池水温高于湖区。鱼池水温昼夜变化大,从图3可以看出,8月份最高气温在16时可达26°C,而水温为20.5°C。最低气温在8时达11°C,水温15°C。

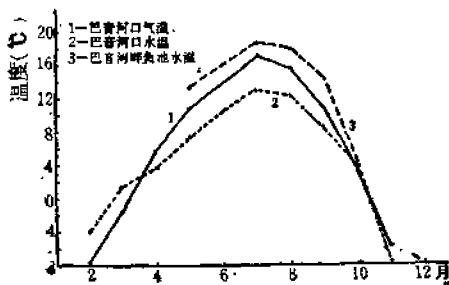


图2 巴音河口和鱼池温度月变化

Fig. 2 Monthly temperature variation at the Bayin river estuary and in fish ponds

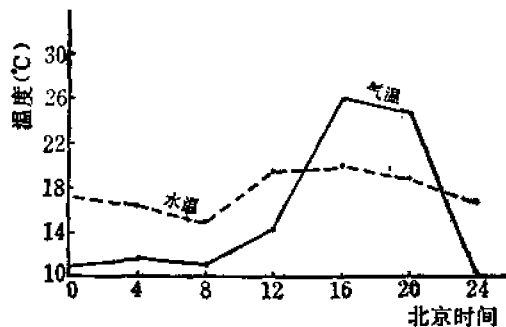


图3 克湖鱼池气温、水温昼夜变化(8月)

Fig. 3 Diurnal cycle of atmosphere and water temperatures in the Keluke Lake (August)

水生生物和鱼类

一、浮游植物 浮游植物种类隶属 5 门 42 属, 包括硅藻 16 属、绿藻 14 属、兰藻 8 属、甲藻 2 属、裸藻 2 属。种类上以硅藻、绿藻最多。从数量组成上看, 各采集站以绿藻最多, 其次为兰藻和硅藻, 甲藻和裸藻较少, 隐藻仅在站位 3 出现。各采集站每升水细胞数为 $2.8 \times 10^4 \sim 71.2 \times 10^4$ 个, 平均为 31.9×10^4 个。其中以站位 1~3 最多, 可达 $46.4 \sim 71.2 \times 10^4$ 个, 此与沿岸浅水带有关; 站位 4、6、7 藻类数很低, 其中绿藻类减少。详见表 2。

表 2 克湖浮游植物数量和组成($\times 10^4$ 个/升)

Tab. 2 The quantity and percentage of Phytoplankton in Keluke Lake ($\times 10^4$ Indiv./L)

门类 \ 站 位	1	2	3	4	6	7
绿藻门	26.0	67.4	35.7	0.12	3.9	0.16
兰藻门	21.9	1.1	7.5	0.05	0.1	0.1
硅藻门	1.7	2.3	2.4	2.2	1.3	3.3
甲藻门	0.43	0.38	0.52	0.17	0.22	0.32
裸藻门	1.2	0.05	0.07	0.3	0.02	0.14
隐藻门			0.17			
总 数	61.3	71.2	46.4	2.84	5.5	4.0

二、浮游动物 浮游动物种类隶属 21 属 29 种, 其中轮虫类 12 属 17 种, 枝角类 5 属 6 种, 桡足类 3 属 4 种, 原生动物 1 属 1 种。以轮虫种类最多。从数量组成看, 各采集站每升水平均为 412 个。从分布上以站位 1 最少, 每升水仅 60 个, 但以轮虫种类为多。其它各站各类浮游动物数量分布差异不大。详见表 3。

表 3 克湖浮游动物数量组成(个/升)

Tab. 3 The quantity and percentage of zooplankton in the Keluke Lake (Indiv./L)

类 \ 站	1	2	3	4	6	8
桡足类	50	400	370	270	340	300
轮虫类	10	60	70	80	80	90
枝角类		10	10	120	120	90
总 数	60	470	450	470	540	480

三、底栖动物 据 1977 年调查, 隶属软体动物 2 种, 端足类 1 种, 摇蚊幼虫 4 种, 螯属幼虫 1 种。从种类、数量上各站以摇蚊幼虫占优势, 而生物量则以端足类湖钩虾最大, 其次为摇蚊幼虫和软体动物。摇蚊幼虫每公亩可达 0.003~3.0 公斤 ($0.6 \sim 32$ 克·米⁻²; $300 \sim 5100$ 个·米⁻²)。详见表 4。旋螺和豆蛄分布面窄, 仅在站位 2 出现。湖钩虾多在浅水带水草处, 但采集困难。

表4 克湖底栖动物的分布(密度:个/米²;生物量:克/米²)Tab. 4 The distribution of zoobenthos in the Keluke Lake (Density: Indiv./m²; Biomass: g./m²)

种 属 名	站 位		1		2		4		5		6		7	
	数	量	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量
旋螺属					3160	37.9	150	0.32			150	1.8	450	5.4
豆蛄属					3150	10.0								
摇蚊幼虫			300	0.8	300	0.8	1650	6.4	1350	4.6	2100	7.0	5100	32
钩 虾					150	9.4							150	4.6
螺 幼 虫					150	0.2								

四、水生维管束植物和大型藻类 克湖大型水生植物包括水生维管束植物沼生植物芦苇、挺水植物、浮叶植物的抱茎眼子菜、篦齿眼子菜、小眼子菜、轮生藻等5种,以及大型藻类球状轮藻。表5为4种维管束植物和大型球状轮藻的调查结果。各调查点维管束植物资源量,每公顷平均鲜重1279.7公斤,干重为82.2公斤。大型球状轮藻分布不均衡,调查中出类于站位1、6、7,每公顷平均鲜重672.3公斤,干重70.5公斤。芦苇生长在环湖水深2~3米和广阔的沼泽地,每平方米150~300株,每公顷重约2千公斤,估计全湖可年产鲜苇1~2亿公斤。每年3月下旬开始,成群候鸟、水禽和鲤、鲫鱼等来芦苇区摄食、产卵。据报导共有鸟类18种,构成了芦苇、水草、鸟、鱼、排泄物、寄生虫、水生动物之间湖岸浅水带亚生态系统。

表5 克湖水生植物生物量(克/米²)Tab. 5 The biomass of the aquatic plants in the Keluke Lake (g./m²)

类 别	站 位	1		2		4		5		6		7	
		鲜 重	干 重	鲜 重	干 重	鲜 重	干 重	鲜 重	干 重	鲜 重	干 重	鲜 重	干 重
维管束植物	鲜 重	29250		2475		15000		2000		165			
	干 重	2925		225		1500		1925		15			
球状轮藻	鲜 重			6600						495		10650	
	干 重			600						450		1065	

鱼类和移植

克湖鱼类区系简单,土著鱼类仅有裂腹鱼亚科裸鲤属青海湖裸鲤1种和条鳅属背斑条鳅和厚尾条鳅2种。调查1973年开始引入西宁市当年培育鲤鱼种6~7厘米6.6万尾以及少量鲫鱼种。1976年又从安徽省引入3~5厘米鲤鱼苗10万尾、草鱼苗3万尾、鲢鱼苗3万尾。1977年鲤鱼苗16万尾、草鱼苗2.6万尾。1978年鲤鱼苗20万尾。1979年和1980年各种鱼苗1600万尾。经长途运输和途经海拔3000米低温高原,尤以1976年后从外省引入的鱼苗成活率仅有10%。入湖后体小而弱,即进入漫长越冬期,死亡率很大。

克湖原无上述移植鱼类,1977、1978、1980年调查所获的鲤、鲫鱼群体,无疑是1973、1976年开始移植的,它们直接反映了年轮特征、年龄生长、性成熟期等生物学指标与克湖环境的关系。表6为克湖移植鱼类的年龄生长实测结果。1973年移植的鲤鱼世代到1977年6~7月、1978年9月、1980年5月平均体重分别为2340.5克(3⁺~4龄)、3450克(5~5⁺龄)、4125克(6⁺~7龄)。1976年世代于1978年9月为490.5克(1~1⁺龄)。红鲤可视作1977年移植的确诊的标志鱼种,1978年9月体重为390克(1~1⁺龄)。1977和1978年世代鲤鱼已可能是人工放养或自然繁殖的群体。鲫鱼是唯一在1973年移植的鱼种,到1978年为562克,从年龄上鉴定已是第二代群体。由表可知,1977年和1978年调查的1973年世代鲤鱼年间增长约1千克,此与3⁺~4龄初次性成熟前增长速度迅速有关。同龄鱼生长差异很大,1977年曾捕到3⁺~4龄鲤体重7250克。1980年5月测量到6⁺~7龄最大体重为8500克。

表6 克湖移植鱼类年龄和生长实测

Tab. 6 The measured age and growth of the exotic fishes introduced in the Keluke Lake

调查日期	种名	平均体长(厘米)、体重(克) 范围	年龄	肥满度	样品数	出生世代
1977.6-7	鲤	L = 43.8(30.2 - 58.8) W = 2240(1500 - 5150)	3 ⁺ -4	2.9	96	1973
1978.9	鲤	L = 52.0(49.5 - 62.0) W = 3450(2250 - 7250)	5-5 ⁺	2.5	28	1973
	鲤	L = 24.8(21.5 - 28.5) W = 490.5(300 - 705)	1-1 ⁺	3.4	42	1977
	红鲤	L = 23.3(20.0 - 25.2) W = 390(250 - 500)	1-1 ⁺	3.4	9	1977
	鲫	L = 24.3(23.5 - 25.5) W = 490(450 - 550)	2-2 ⁺	3.9	7	1976
1980.5	鲤	L = 53.2(52.5 - 63.0) W = 4125(2515 - 8500)	6 ⁺ -7	2.5	32	1973
	鲤	L = 26.8(23.0 - 32.8) W = 541(300 - 825)	1 ⁺ -2	2.8	13	1978
	鲤	L = 32.3(28.8 - 40.5) W = 1025(550 - 1900)	2 ⁺ -3	3.0	6	1977

克湖鲤鱼鳞片上的年轮特征在大龄鱼的鳞片边缘与陈佩薰等^[6]描述的一样,即第一个年轮特征不具备环片走向的切割特征,呈现出环片的密集;而幼轮却具备切割现象。作者根据它的环片排列疏密交界处(第一轮)和已知放养的克湖鲤鱼年份和时间,并参照当年饲养鱼生长长度和幼轮逆算长度以资区别第一轮和幼轮。根据不同调查年份的5、6、7、9月的鳞片观察,可确证年轮形成时间为产卵后的9月。如,1977年6~7月检查1973年世代96尾鲤鱼鳞片,有28尾都已形成了第五个年轮。因此表6中1973年世代到长到1977年6~7月,大部份鲤鱼尚未形成新的年龄;看上去为3⁺龄,而实际上已有5个年头,则是还不到4足龄,余类同。

克湖鲤鱼可数性状变异大,与国内报导的不同^[6,9],由表7看出,头长和体高所占体长比例低于鲤科鱼类志的记载。克湖鲤鱼肥满度低龄鱼大于高龄鱼,低龄为2.8~3.4,高龄为2.5~2.9,见表6。雌鲤肥满度大于雄鲤(见图4)。性成熟群体和未成熟低龄鱼群体也是不同的,越冬前低龄鱼肥满度大于性成熟群体,越冬后二者则相反(见图5),反映了它们对环境的适应性和不同群体的适应意义。

表7 克湖鲤鱼群体可数性状差异比较

Tab. 7 Comparison between differences of countable characteristics of common carp populations in the Keluke Lake

体长组(厘米)	40.5-60.0	21.5-40.0	中国鲤科鱼类志
体长/体高	$3.18 \pm 0.038 (n=144)$	$3.06 \pm 0.051 (n=88)$	2.69(2.5-2.8)
体长/头长	$4.63 \pm 0.14 (n=8)$		3.63(3.2-3.9)
头长/尾柄长	$1.17 \pm 0.05 (n=9)$		1.99(1.6-2.45)

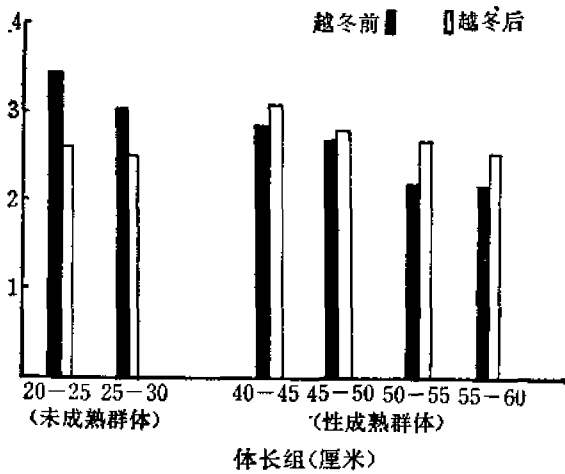
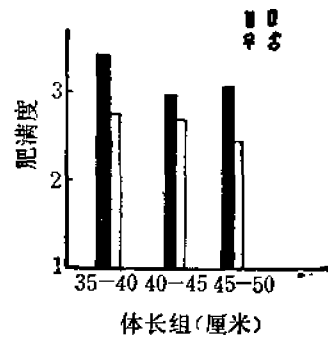


图4 克湖雌雄鲤鱼群体肥满度比较

Fig. 4 Comparison of fattness between male and female common carp in the Keluke Lake

图5 克湖鲤鱼群体越冬前后肥满度比较
Fig. 5 Comparison of fattness between common carp populations before and after winter in the Keluke Lake

从图6可看出,1973年移植的鲤鱼大部份已性成熟。 3^+ ~ 4 龄性成熟群体中雌性成熟占雌鱼群体的78.1%,雄鱼则占87.5%,由此可见,进入第1次性成熟群体体长组为35.1~40.0厘米,体重1501~1750克以上,且雌雄差别不大。从表8性成熟度来看,克湖鲤鱼产卵期亦较迟。据1977年6~7月中旬调查,在96尾中已产过卵VI期为24尾,其它均处在V期。届时克湖浅水带水温才达 $18\sim 20^{\circ}\text{C}$,正值繁殖期。

经不同调查期年龄的体长体重测定,雌鲤IV期个体绝对繁殖力均值为 20.7 ± 11.4 和 31.4 ± 15.7 万粒,相对繁殖力每克体重均值为 95.4 ± 51.6 和 84.6 ± 43.6 粒卵子。从均数标准误和样本标准差可看出,变量离散度大(见表9)。

克湖鲤鱼食性骨含物中多以摇蚊幼虫和蠕为主,其次为腐植质、桡足类、枝角类、单细胞藻类、端足类、碗豆蝇和条鳅等。其中摇蚊幼虫、腐植质、底栖性硅藻等出现率几乎为

100%，摇蚊幼虫和蛹的数量可达几百条至三千余头。单细胞藻类出现硅藻 16 属、兰藻 4 属、甲藻 1 属。表 10 为 3⁺~4 龄鲤鱼的食性分析结果。

二龄(2~2⁺)鲫鱼平均体重490克(450~550克)、体长 24.3 厘米(23.5~25.5 厘米)。性期 III~IV 期, 怀卵量 5 万多粒, 性成熟系数 11.8%。一龄(1~1⁺)鲫鱼体重 260 克、体长 17.0 厘米。

在调查中除鲤、鲫鱼外, 1977 年还捕到 1976 年开始移植的鳊鱼已从 3~5 厘米长到 10~15 厘米, 1980 年捕获的 3⁺ 龄草鱼 34 厘米, 体重 900 克, 体内寄生大量绦虫, 据克湖养殖场 1981 年捕到的 4⁺ 龄草鱼平均体重已达 1950 克(6 尾), 2⁺ 龄团头鲂(1979 年世代) 体重 750 克。

在调查中 1978 年 9 月份共捕获青海湖裸鲤 18 尾, 经臀鳞年龄鉴定, 年龄组 6⁺~12⁺, 其中 9 尾 9⁺ 龄的平均体长 31.3 厘米, 体重 485 克, 相当于青海湖群体 12⁺ 龄生长速度^[9]。调查群体中 14 尾性腺为 IV 期, 4 尾 III 期。经 1 尾 11 龄怀卵量测定为 1.73 万粒。表 11 为裸鲤与移植鱼类体长生长逆算的比较。裸鲤食性共镜检 3 尾, 以食钩虾、蚌、摇蚊幼虫为主, 肠充塞度 ++、+++ 级。

克湖自 1973 年移植鲤、鲫鱼成功后, 1978 年在巴音河下游开始建立养殖场, 并进行

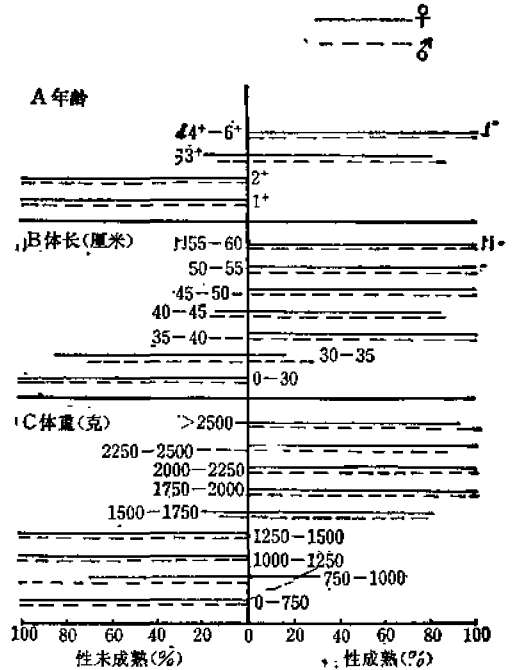


图 6 克湖鲤鱼产卵群体性成熟组成
Fig. 6 The percentage of sexual maturation of common carp spawn populations in the Keluke Lake

表 8 克湖鲤鱼产卵群体性成熟度
Tab. 8 The sexual maturation of spawn populations of common carp in the Keluke Lake

性 别	性 腺 发 育 期						随机抽样数
	I	II	III	IV	V	VI	
♂	2	2	3	37	4	16	62
♀		3	2	17	0	8	32

表 9 克湖鲤鱼的繁殖力
Tab. 9 The fecundity of common carp in the Keluke Lake

调查日期	n	体长范围(厘米)	体重范围(千克)	绝对繁殖力(万)		相对繁殖力(粒·克)	
				平均值 ± 标准误	标准差	平均值 ± 标准误	标准差
1973.6-7	15	38-49	1.5-2.6	20.7 ± 11.4	11.8	95.4 ± 51.6	58.4
1980.5	31	48-65	3.1-6.2	31.4 ± 15.7	16.08	84.6 ± 43.6	44.7

表 10 克湖 4 龄(3⁺~4)鲤鱼胃含物食性分析Tab. 10 Stomach content analysis of the common carp which an age of 4 years (3⁺—4) in the Keluke Lake

标本号	食团湿重 (克)	摇蚊幼虫		桡足类(个)	枝角类(个)	端足类(个)	腐植质湿重 (克)
		条	克				
6	1.5	150	1.0	3.3	0	30	0.5
7	6.1	1866	3.3	211	72	72	2.8
10	3.4	607	2.0	72	13	72	1.4
11	4.0	1088	2.5	0	0	0	1.5
15	5.2	2912	3.2	0	0	0	2.0
26	5.2	551	4.0	104	11	0	1.2

表 11 克湖引进鱼类与裸鲤生长逆算比较

Tab. 11 Regressive calculation of growth of *Gymnocypris* fish and the exotic fishes introduced in the Keluke Lake

种类	年龄	尾数	退 算 体 长 值 (厘 米)										
			L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆	L ₇	L ₈	L ₉	L ₁₀	
鲤	1 ⁺ —6 ⁺	101	13.7	22.6	37.5	44.1	48.8	51.8					
鲫	3 ⁺ —4	7	4.6	15.6	21.1								
裸鲤	6 ⁺ —12 ⁺	18	4.5	7.5	11.0	13.7	17.4	20.3	22.3	26.0	28.1	28.6	

人工繁殖和孵化试验。鲤鱼繁殖期在鱼池比克湖稍早,6月中旬至7月中旬结束。后期7月份孵出的鱼苗,到9月23日鱼池水温已下降到14.2°C,又因日温差变化大,故孵化率、成活率很低。前期孵出的鱼苗经二个多月的生长期,平均体长6.7厘米,3.2克(7尾)。从外省市繁殖较早的移植鱼苗,从5月初(体重约3厘米)至9月23日饲养,红鲤为10.5厘米,35.9克(4尾)、白鲢8.1厘米(21尾)、草鱼10.6厘米(17尾)。

讨 论

克湖地处青海高原腹地,是高原渔业生产的优越基地。湖盆呈洼地沼泽型。克湖因有较充沛的巴音河水流入,湖水接近淡水,常年有适量水循环交换和营养物质供给,水质清洁。夏季光照时间和晴天时数多,但全年生长季节短,适宜于鲤科养殖鱼类生长期仅为三月个,冰冻期和低温期长、日温差大。生物群落的种类数、群落结构和食物链简单,虽然优势种群的数量大但种类少。如水生植物和大型藻类虽茂盛但仅有6种。浮游植物在夏季亦以冷水性、清水种绿藻类、兰藻类、硅藻类的种类占优势。浮游动物除轮虫类种类数较多外,优势种以桡足类种类和数量占优势,而轮虫数很少。底栖动物以摇蚊幼虫种类和数量最多,连同1979年、1980年二次^[21]补充调查25种共有28种,常见种有巴比刀突摇蚊和异拟长附摇蚊。底栖动物生物量上以端足类湖钩虾居首,其它种类很少,三次调查相一致。克湖生物优势群和生物类群可以反映低温、清洁水环境的指示种。参照日本水域的有关指示种类^[3],如清洁~寡污性指示种有溪流摇蚊和豆蝇等。寡污性~较清洁种有老

年低额蚤、方形低额蚤、矩形尖额蚤、螺形龟甲轮虫、台杯龟轮虫等。

克湖鱼类区系简单,有高原鱼类青海湖裸鲤和二种条鳅。条鳅数量大而裸鲤却不多。据报导^[6],青海湖裸鲤仅分布于青海湖地区,因此它的分布起源问题还是个谜。

移植的鲤、鲫鱼生长和性成熟是成功的。克湖可作为藉放射法(向周围地区扩展)、阶梯法(如温度过渡)^[10]来发展辽阔的青藏高原水生生物和鱼类引种驯化的基地。但是克湖鲤、鲫鱼无论是自然的还是人工的繁殖数都因低温、生长期短、越冬期长而死亡率大。据克湖养殖场进行湖内附着水草上的鱼卵孵化率标记观察只有31.2%。如从外地远途引入鱼种同样会成活率低且耗资大,因此提早繁殖、饲养大规格鱼种已成为人工增殖的重要课题。移植的草鱼、团头鲂个体出现数量少,此与越冬前投放小规格鱼种死亡率大有关。从个体测量来看,3⁺龄前的草鱼生长缓慢,3⁺龄后的草鱼和2⁺龄团头鲂生长较迅速。因此投放少量草鱼和团头鲂,合理利用水生植物资源也是提高湖泊生产力途径之一。克湖蕴有大量水生植物和条鳅资源,如何进一步开发利用可作为区系改造和引种时的重要课题加以研究。克湖鲢、鳙、青鱼等引入后几乎是失败的,成为很不理想的品种,其它高原地区更不宜引入^[7]。克湖引种对象应当选择广温或冷水性品种为宜。

参 考 文 献

- [1] 王似华,1983. 青海省库尔雷克湖鲤鱼的年龄和生长. 动物学报,29(1):59—65.
- [2] 王基琳等,1982. 可鲁克湖底栖动物群落结构及其渔业利用. 高原生物学集刊,1:169—173. 科学出版社.
- [3] 日本生态学会环境问题专门委员会编(卢全章译),1987. 环境和指示生物(水域分册). 中国环境科学出版社.
- [4] 陈佩薰,1959. 梁子湖鲤鱼鳞片年轮的标志及其形成的时期. 水生生物学集刊,3:255—261.
- [5] 青海高原生物研究所,1975. 青海湖地区的鱼类区系和青海湖裸鲤的生物学. 科学出版社.
- [6] 陈 媛,1965. 内蒙古岱海鲤鱼年龄和生长. 海洋与湖沼,7(3):253—264.
- [7] 赵利华等,1983. 青海高原鱼类引种驯化的实践和探讨. 水产科技情报,5:17—20.
- [8] Charles vagnie, 1892. Tibet and its birds. J. F. & G. Witherby Limited.
- [9] Ивацова, З. А., 1978. Закономерности изменчивости роста карпа *Cyprinus carpio* L. в водоемах Сибири. Вop иxтeлoгичeск. Т. 18 Вып. 1(108), 54—65.
- [10] Каревич, А. Ф., 1975. Теория и практика акклиматизации водных организмов. Пищевая промышленность. Москва.
- [11] Пржевальский, Н. М. (Энциклопедия) (1888—1891), Научные результаты путе шествий Н. М. Пржевальского по центральный Азии. Отдел Зоологический Т. III.

ENVIRONMENT OF KELUKE LAKE AND INTRODUCTION OF VALUABLE FISHES

Zhao Lihua, Wang Jiling, Zhang Yushu,
Chen Yuan, Zheng Yingmin and Wang Sihua
(Northwest Institute of Biology, Academia Sinica, Xining)

ABSTRACT Keluke Lake, located in the hinterland of Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau (2,800m above the sea level), is the only freshwater body of the Qinghai Province. The lake water has very low of salinity (0.78‰) and abundant in aquatic

plants, zooplankton and zoobenthos, but only two species of local fishes, i. e. *Gymnocypris* and *Nemachilus* inhabit in the lake. However, the average water temperature is rather low (in May to September often below 18°C).

Since 1973, many species of freshwater fish introduced into the lake, including common carp, crucian carp, silver carp, big head, grass carp, black carp and blunt-snout bream, in which common carp and crucian carp grow well and reached to sexual maturation in the lake, and grass carp and blunt-snout bream grow well but not yet matured, but silver carp, big head and black carp seem hard to be domesticated. For further exploitation of biological resources, an appropriate fish composition would be of great significance to increase the productivity of the lake and to establish a management and fishing organization for introduction and domestication of suitable species.

KEYWORDS Keluke Lake, environment, introduction of valuable fish