

青海可可西里地区的鱼类 区系和地理区划

武云飞* 吴翠珍 于登攀

(中国科学院西北高原生物研究所, 西宁, 810001)

摘 要

作者于1973—1986年和1990年5—8月, 在青海可可西里地区的数次调查中, 共采集鱼类标本300余号, 隶属2科3属6种(高原鳅4种, 裂腹鱼类2种)。本区鱼类区系组成单一, 属中亚高原鱼类区系成分, 其垂直高度分布不明显, 水平分布受水质和水文条件的制约, 但对高原水域生态环境有特殊的适应性。本文采用Sorensen区系相似性系数($K_{\text{sorensen}} = \frac{2C}{A+B}$)和欧氏距离系数的聚类分析方法, 探讨了本区及其周邻地区鱼类地理区划, 对我国中亚高山区(华西区)现有鱼类地理区划进行了必要的订正, 并认为青海可可西里地区应属中亚高山区羌塘高原亚区, 而其周邻水域的鱼类地理区划应属青甘亚区和横断山亚区。

关键词: 可可西里地区; 鱼类区系; 聚类分析; 表相图; 鱼类地理区划

在作者对可可西里地区的鱼类学考察和研究的基础上, 本文着重描述青海可可西里地区的鱼类区系特征, 论述鱼类区系历史, 分析本区及周邻区域的鱼类地理学关系, 并引进若干生物地理学新近的学术观点和研究方法, 探讨有关水系变迁及鱼类地理区划问题, 以对当前众说纷云、十分活跃的生物地理这门边缘学科的研究领域增添一砖片瓦。

青海可可西里地区, 地势高亢, 大体南高北低, 西高东低, 南部为唐古拉山山脉, 一般山脊海拔6000米以上, 高原台面约5200米左右。北部为昆仑山山脉, 除布喀达坂峰高达6860米外, 其它高峰多在6000米以下, 高原台面约4800米左右。

这里气候非常严酷, 主要是由喜马拉雅山急剧台升造成的低温、多风和极低的降水, 加之广大地区的土壤深受盐浸, 对植被生长很不利。植物主要是草类, 有一些灌木, 未见乔木。但是一些河流、湖泊中, 鱼类经常可见。

本区的水域类型繁多, 除大小不同的咸、淡水湖泊、盐湖外, 还有外流河和内流河、温泉及沼泽, 但主要是由长江源头的5大支流和散布于本区西侧的高原湖群组成。长江源头5大支流, 北有楚玛尔河, 发源于可可西里山东麓, 河谷开阔, 但水量较小, 河水来源于雨雪和地下水, 上游时有中断, 为季节性河流。流过楚玛尔河沿, 接纳昆仑

* 现任青岛海洋大学教授, 水产学院副院长。

本文1993年2月22日收到。

山南坡冰雪融水后，水量开始变大。南有沱沱河，尕日曲和布曲，分别源自格拉丹冬冰峰不同坡向的冰川群，其中布曲较短，在青藏公路通天河沿附近汇入尕日曲，然后再汇入当曲。当曲为长江源头东源，发源于唐古拉山主峰东部的雅舍日阿巴峰，在接纳尕日曲后，又在囊极巴陇附近与长江正源沱沱河相汇，此后称为通天河，为金沙江上游。通天河自当曲汇口囊极巴陇下行280公里，方在楚玛尔河汇口同楚玛尔河相汇。

高原湖群是由水质咸淡不一的大小湖泊构成，每个湖泊独立又形成一内流水系。本区自东向西，自北而南分别有库赛湖、卓乃湖、可可西里湖、太阳湖、勒斜武担湖、西金乌兰湖、乌兰乌拉湖、马璋错钦等。采到鱼类的仅有太阳湖、乌兰乌拉湖、马璋错钦等湖泊水系以及长江源头干支流及其外流湖泊。可见，本区不仅是长江源头各干支流的发散中心，也是内流高原湖群的集中之地，这样的地理位置和水网格局，使本区在探讨我国淡水鱼类地理分布和内流湖泊与外流水系的演变关系和鱼类区划研究方面具有重要的意义。本文仅对作者于1973—1986年和1990年5—8月在本区历次调查所得300余号鱼类标本和资料归纳整理，作初步报道。

一、鱼类组成和分布

本区所获鱼类隶属2科、3属、6种，其中鳅科高原鳅属鱼类4种，为刺突高原鳅，小眼高原鳅，斯氏高原鳅和细尾高原鳅。鲤科裂腹鱼亚科鱼类2种，为叶须鱼属裸腹叶须鱼和裸裂尻鱼属小头裸裂尻鱼（表1）。

表1 青海省可可西里地区鱼类的分布

Table 1 Distribution of fishes in Hohxil (Kekexili) Region of Qianghai Province

种类 Species	采集地点 Locality												
	布 曲 (River)	唐 古 拉 山 曲 (River)	尕 日 曲 (River)	沱 沱 河 (River)	奔 得 错 (Lake)	玛 璋 错 (Lake)	楚 玛 尔 河 (River)	岗 齐 曲 (River)	乌 兰 乌 拉 湖 (Lake)	太 阳 湖 (Lake)	新 青 峰 (Lake)	五 峰 湖 (Lake)	当 曲 (River)
刺突高原鳅 <i>Triplophysa stewarti</i>				*	*								*
小眼高原鳅 <i>Triplophysa microps</i>	*		*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
斯氏高原鳅 <i>Triplophysa stoliczkae</i>		*											
细尾高原鳅 <i>Triplophysa stenura</i>	*		*	*	*								*
裸腹叶须鱼 <i>Ptychobarbus kaznakovi</i>	*			*									*
小头裸裂尻鱼 <i>Schizopygopsis microcephalus</i>	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
合计 Total	4	1	3	5	3	1	2	2	2	1	1	1	5

鯪科¹⁾ COBITIDAE

I. 高原鯪属 *Triplophysa* Rendahl

1. 刺突高原鯪 *Triplophysa stewarti* (Hora)

Diplophysa stewarti Hora, 1922, *Rec. Indian, Mus.* 24: 70 (多钦湖)。

测量标本4尾, 编号8606089-6091, 分别采自本区的奔得错湖, 沱沱河等长江源头干支流。全长72—110毫米, 体长59—93毫米。

背鳍条iv, 8和9; 臀鳍条iii, 6; 胸鳍条i, 10; 腹鳍条i, 7—9; 第1鳃弓内鳃耙数15—17枚。

体短小, 尾柄细长而侧扁。下颌匙状。骨质鳃囊后有一长椭圆形的游离膜质鳃。肠形简单, 呈“y”字型。

本种模式标本产地为西藏多钦湖, 其不同居群广泛分布于青藏高原的雅鲁藏布江、印度河上游、班公湖、长江源头诸支流及纳木湖等水域。*Nemachilus deterrai* Hora, *N. hutchinsoni* Hora, *N. panguri* Hora, *N. longianalis* Ren et Wu为本种的同物异名。

生态: 本种常栖息于湖泊岸边或河流多草的浅水处。主要以水生无脊椎动物为食物。每年6—7月产卵, 卵粒黄色。据1986年6月25日采自沱沱河标本, 8606091号; 体长72毫米, 卵巢重0.4克, 绝对怀卵量为1250粒, 卵径0.7毫米。

2. 小眼高原鯪 *Triplophysa microps* (Steindachner)

Cobitis microps Steindachner, 1866, *Verh. Zool-bot. Gesell. Wien.* 16 (1866): 794 (列城和Phirse溪, 属印度河上游)。

测量标本113尾, 编号72025-28, 72268-272, 906131, 906132, 906153-192, 907011-030, 908047, 908049-081, 908084-090。分别采自本区沱沱河, 通天河, 楚马尔河, 岗齐曲, 乌兰乌拉湖, 太阳湖, 新青峰, 五雪峰等。全长39—142毫米, 体长33—118毫米。

背鳍条iv, 7; 臀鳍条iii, 5; 胸鳍条i, 8—11; 腹鳍条i, 6和7。第1鳃弓内鳃耙9—15枚。

体短小, 尾柄侧扁。下颌匙状、深弧形。骨鳃后游离膜质鳃退化或仅残留一很小膜质室。肠管短, 呈“y”字型。

本种模式标本产地为印度河上游的列城, 但其广泛分布于青藏高原的黄河、长江、怒江、象泉河、叶尔羌河等上游干支流, 青海湖、柴达木、藏北各内流水系及雅鲁藏布江皆

1) Yukio Sawada (1982)通过Cobitidae和Homalopteridae两科的48种鱼类52个性状的比较研究, 建立了鯪超科。他认为Homalopteridae比Cobitidae特化(具较多的离征)。但是Cobitidae只包括Botiinae和Cobitinae两个亚科。Noemacheilinae亚科则被其列在Homalopteridae科内, 较其唯一的姐妹亚科Homalopterinae具较少的离征。该系统与我国常用分类系统(伍献文等, 1981, 鲤亚目鱼类分科的系统和科间系统发育的相互关系, 中国科学, 3: 369—376, 陈景星, 1984, 鯪科鱼类亚科的划分及其宗系发生的相互关系, 动物分类学报, 9(2): 201—208。)有明显不同, 但在国外有较大影响。本作者由于对Botiinae, Cobitinae和Homalopterinae鱼类研究较少, 故仍采用国内常用的分类系统。

有。改则高原鳅 *T. gerzeensis* Cao et Zhu, 前鳍高原鳅 *T. anterodorsalis* Zhu et Cao, 腹纹条鳅 *Nemachilus bellibanus* Tchang et al. 以及 Herzenstein 所定的 *N. stoliczkae* 各亚种 *N. s. brevicauda*, *N. s. leptosoma*, *N. s. productus* 和 *N. s. crassicauda* 等皆为本种的同物异名。

生态：本种常栖息于河流岸边浅水石下。以动物性食物为主的杂食性鱼类，肠含物中常见有摇蚊幼虫 (*Chironomus* sp.)、水生昆虫及硅藻 (*Bacillariophyta*)、绿藻 (*Chlorophyta*) 和植物碎片等。每年产卵盛期为6—7月。解剖 采自沱沱河源头 (海拔5200米) 性成熟标本1尾, 8606007号, 体长87毫米, 卵巢重0.75克, 取0.15克计数为382粒, 绝对怀卵量为1910粒, 相对怀卵量为2547粒。卵径长0.9毫米。

3. 斯氏高原鳅 *Triplophysa stoliczkae* (Steindachner)

Cobitis stoliczkae Steindachner, 1866, *Verh. Zool-bot. Gesell. Wien.* 16 (1866): 793 (措姆瑞利湖)。

测量标本25尾, 编号75051-065, 无号10尾。采自青海省唐古拉山口以北温泉溪流, 海拔4800米。全长70—90毫米, 体长57—74毫米。

背鳍条iv, 7—8; 臀鳍条iii, 5; 胸鳍条i, 10—11; 腹鳍条i, 7—9。第1鳃弓内鳃耙10—13枚。

体短小, 尾柄侧扁。下颌锐利, 呈铲状。游离膜质鳃退化或仅残留一很小的膜质室。肠较长, 在胃后方绕折成3—4个环, 呈螺旋形。

本种模式产地为措姆瑞利湖, 但也广泛分布于青藏高原及其毗邻地区诸水系, 常见于印度河上游、叶尔羌河、喀拉喀什河、柴达木、青海湖、黄河、澜沧江、怒江上游各水域。背斑条鳅 *N. dorsonotatus* Herz. 和唐古拉条鳅 *N. tanggulaensis* Zhu 等为本种的同物异名。本区唐古拉温泉溪流居群原定名为唐古拉条鳅, 除其颊部稍稍有突出和下颌深弧形外, 其它主要形态特征与本种地模标本完全相同, 故应为同种。

生态：常栖息于河水溪流石下, 以底栖硅藻和摇蚊幼虫为主要食物。每年6—7月为产卵盛期, 解剖体长58.5毫米标本1尾, 卵巢全重0.3克, 取0.1克计算卵数为294粒, 绝对怀卵量882粒, 相对怀卵量2940粒。卵径0.8毫米。

4. 细尾高原鳅 *Triplophysa stenura* (Herzenstein)

Nemachilus stenurus Herzenstein, 1888, *Zool. Theil.*, 3 (2): 64 (通天河)

测量标本50尾, 编号75016-026, 73422-426, 74825和74826, 29, 33和34, 860624-626, 860630, 860631, 860634, 860636, 860639-641, 906133-152, 分别采自长江源头布曲、尕日曲、沱沱河等水域。全长75—160毫米, 体长63—138毫米。

背鳍条iv, 7—9 (主要为8); 臀鳍条iii, 5; 胸鳍条i, 9—11; 腹鳍条i, 7和8。第1鳃弓内鳃耙18—22枚。

体短小, 尾柄细圆而长。下颌锐利, 铲状。游离膜质鳃退化或仅残留一很小的膜泡。肠较长, 在胃后方绕折呈螺旋形。

本种模式标本产地为长江上游通天河, 其各居群广泛分布于青藏高原的长江、澜沧江和怒江上游干支流及雅鲁藏布江中上游干支流。拉萨条鳅 (*N. lhasae* Regan) 为本

种的同物异名。

生态：常栖息于浅水卵石下，主要以底栖硅藻为食，兼食底栖动物。每年5—6月份产卵。解剖采自尕日曲支流楚多曲源头标本1尾，体长94毫米及温泉兵站标本75016号，体长138毫米。前者卵巢发育为VI期，已排过卵的卵巢松弛，但仍残留有51枚成熟卵，卵色米黄，卵径1.4毫米，后者卵巢重3克，取其0.7克计数含卵628粒，绝对怀卵量为2691粒。卵径1.1毫米。

鲤科 CYPRINIDAE

裂腹鱼亚科 Schizothoracinae

I. 叶须鱼属 *Ptychobarbus* Steindachner

5. 裸腹叶须鱼 *Ptychobarbus kaznakovi* Nikolsky

Ptychobarbus kaznakovi Nikolsky, 1903, *Ann. Mus. st. Petersb.* 8 (1903): 90—94 (戴曲—金沙江上游)。

测量标本6尾，编号8606855—860，采自青藏公路沿线老温泉兵站布曲河，海拔4700米。全长105—230，体长84—188毫米。

背鳍条iv, 8和9；臀鳍条iii, 5；胸鳍条i, 18—20；腹鳍条i, 8—10。第1鳃弓外鳃耙14—18，内鳃耙18—24枚。下咽齿2排3.4/4.3。

头锥形，体延长，略侧扁，尾柄细圆。须1对，下颌粗厚无角质，下唇发达，多褶皱，分左右两侧叶，中间相连接。口须1对，末端达前鳃盖骨前缘或超过。体被细鳞，但胸腹部裸露。臀鳞发达，分列于肛门和臀鳍基部两侧。侧线完全。

本种模式标本产地为金沙江上游戴曲河，但广泛分布于金沙江、澜沧江和怒江上游各水系。

生态：常栖息于流急多石的河段，较小个体则常见于岸边缓流处。主要以水生昆虫和摇蚊幼虫为食。未采到性腺成熟个体。1986年6月在当曲上游支流查曲源头采到刚排过卵的雌鱼，卵巢松弛，仍残留尚未排尽的成熟卵子。其产卵活动较其它鱼类更早，大约在河流开冰时集群产卵，由排卵后的残留卵子看，本种一生多次产卵。有关本种年龄生长资料不多，仅据3尾鱼的臀鳞年轮标志推算，1至10龄组平均体长年增长量为32.8毫米。

II. 裸裂尻鱼属 *Schizopygopsis* Steindachner

6. 小头裸裂尻鱼 *Schizopygopsis microcephalus* Herzenstein

Schizopygopsis microcephalus Herzenstein, 1891, *Zool. Theil.*, 3 (2): 219 (戴曲—金沙江上游)。

测量标本87尾，编号730667—686, 730734—73, 906031—036, 906111—130, 907001—010, 908037—046, 908048。分别采自本区沱沱河、岗齐曲、楚马尔河、乌兰乌拉湖、玛璋错钦、奔得错湖，通天河等干支流。全长56—363，体长47—320毫米。

背鳍条iv, 7—9；臀鳍条iii, 5；胸鳍条i, 16—20；腹鳍条i, 7和8。第1鳃弓外

侧鳃耙数 15—23 (18.34 ± 2.21 , 0.30), 内侧 23—38 (29.25 ± 3.42 , 0.46) 枚。下咽齿 1 排, 4/4。

体延长, 头锥形, 尾柄侧扁。体几乎完全裸露无鳞, 臀鳞发达, 前端达腹鳍基部或中断。无须。下颌前缘具锐利角质。背鳍刺硬, 后缘有锐利锯齿。侧线完全、平直。

本种广泛分布于青藏高原长江源头水系湖泊和干支流及纳木湖、奇林湖、乌兰乌拉湖等水域。但唐古拉山北坡诸水系各居群下咽齿几乎全为单列, 而山之南坡的纳木湖则出现若干双排下咽齿个体, 而其下颌角质也出现多种变异性状, 被认为是纳木湖亚种(任慕莲等, 1981)。

生态: 常栖息于湖泊、河流的岸边缓水或湾岬附近。以硅藻为主要食物, 仅见有个别颤藻 (*Oscillatoria*), 是典型植物性食料为主的鱼类。有关年龄生长测定 系依据采自乌兰乌拉湖的 3 尾标本臀鳞推算的, 1 至 9 龄组平均体长年增量为 31.9 毫米。其种群数量大, 分布广, 为青藏高原主要经济鱼类之一, 小撒网采得最大体长 470 毫米, 体重 1320 克。

有关小头裸裂尻鱼繁殖生物学资料不多, 仅知沱沱河鱼类每年 5 月为产卵盛期。解剖 73-668 号标本 1 尾, 体长 290 毫米, 卵巢发育为 IV 期, 重 35 克, 卵径 2.4 毫米, 每克卵巢含卵 198 粒, 绝对怀卵量为 6930 粒。

二、鱼类区系特征

青海可可西里地区鱼类区系除具有青藏高原鱼类区系的共同特征(曹文宣等, 1962; 武云飞等, 1987, 1991, 1992), 诸如区系组成简单, 以无鳞条鳅和裂腹鱼类为主, 适应高寒水体环境及其食谱分歧明显, 生长缓慢, 繁殖力低等共同特点外, 还有独特性, 主要表现:

1. 鱼类区系简单与水系格局的复杂性, 形成明显的对照, 充分体现了本区严酷的环境条件对鱼类生存的巨大影响。这里的鱼类仅有 3 属 6 种, 分别由高原鳅属的 4 种条鳅和裂腹鱼亚科的裸腹叶须鱼和小头裸裂尻鱼组成。这是一批分布海拔最高, 对青藏高原适应性最强的鱼类。这里的水网系统主要由纵横交错的长江源头的 5 条河流和星罗棋布的内流湖群诸水系构成, 此外还有许多沼泽和温泉及丰富的地下水。小头裸裂尻鱼是鲤科鱼类分布海拔最高的, 其咽喉齿数目和怀卵量都是最少的, 可能是其对本区自然条件长期适应的结果。

2. 内流水系的鱼类区系成分与长江源头(也包括怒江源头)等外流水系极为相似, 反映内流湖泊鱼类区系起源与外流水系有着密切地联系。从表 1 即可明显地看出, 内流湖泊水系或季节性河流仅有小眼高原鳅和小头裸裂尻鱼分布。而这两种鱼类也广泛分布在长江源头各水系和湖泊以及唐古拉山南坡的怒江源头诸水系和湖泊中。特别是小眼高原鳅几乎遍布各采集点, 虽然因时间所限, 玛璋错钦湖没有采到该种, 但根据小眼高原鳅的生物学特性分析, 该水系也会有这种鱼类。刺突高原鳅已发现于微咸水的纳木湖和奔得错湖中, 且具发达的游离膜质鳔囊结构, 十分近似于青海湖内常见的硬刺高原鳅。由此估计本区的一些半咸或微咸水的水域也会有其踪迹。

内、外流水系间的鱼类分布情况与周邻的唐古拉山南侧和西侧的藏北羌塘高原的情况类似, 反映了唐古拉山周缘地区诸水系间有着相互交往的历史渊源, 而内、外流水系

的分离是晚近期才形成的事实。

3. 本区鱼类在垂直分布上无明显地带分异, 决定本区鱼类分布格局的主要因素是水质和水文状况。本区地势高亢, 为青藏高原的最高台面区, 但相对起伏平缓, 地域开阔, 因此鱼类分布受垂直高度变化的影响不明显。由于本区广泛分布着许多盐湖、咸水或半咸水水体, 其水质成分及流速、流量等水文状况对鱼类分布起着决定性作用。如楚马尔河和沱沱河不同河段水质咸淡程度不同, 有些河段水质微咸, 也影响到鱼类的分布。楚马尔河在青藏公路以西地区仅见有小眼高原鳅和小头裸裂尻鱼。沱沱河在公路西侧附近河段有小眼高原鳅, 细尾高原鳅和小头裸裂尻鱼3种。与其毗邻的当曲、布曲水质中性, 水流较急, 除这几种鱼外还见有裸腹叶须鱼。不同河段水质和水文状况不同而引起鱼类分布格局的变化, 其主要原因在于水质和水文状况不仅对本区水域鱼类食料基础的丰富程度起着决定作用, 而且对鱼类栖息、生长发育和繁殖等生物学条件也起着决定作用。

4. 同域分布的鱼类各自占有不同的生活小区, 使水体空间和食料基础得到充分利用, 从而减少同域种间矛盾, 对维持水域生态系统平衡起着积极的调节作用。长江源头的5条河流中, 裸腹叶须鱼多栖息于水流较急多卵石的河流中, 以底栖无脊椎动物为食。小头裸裂尻鱼常栖息于湖泊、河流的岸边缓水或湾岬附近, 以着生硅藻为主要食物。刺突高原鳅则见于淡水或微咸水湖泊或河流水草丛生的静缓水处, 以水生无脊椎动物为食。细尾高原鳅多见于急流底层卵砾石下, 以各种底栖藻类为食。小眼高原鳅栖息于砂砾为底的浅水缓流, 主要以底栖无脊椎动物和水生昆虫及植物碎屑为食。这一切都说明本区鱼类生活小区有显著分歧, 从而相应地减少同域种间的矛盾。

三、本区与周邻水域的鱼类地理学关系分析

为分析方便, 现将本区乌兰乌拉湖、太阳湖、新青峰和五雪峰各水域以及没有采集到鱼类的西金乌兰湖等内流水系称青海可可西里内流水系; 而将长江源头(至楚玛尔河汇口)各河流称为长江源头区外流水系。周邻地区各水系包括北部的新疆库木库勒盆地的内流水系和青海省柴达木各水系及黄河上游, 即发源地至青海龙羊峡河段; 东部的长江水系, 即金沙江上游至虎跳峡河段; 南部的怒江源头及其上游河段, 分别为那曲以上怒江河源, 那曲以下至云南福贡为怒江上游河段; 本考察区西部和西南部为藏北湖群内流水系, 其范围北起昆仑山和唐古拉山界, 南至冈底斯山和念青唐古拉山北缘, 西至狮泉河与昂拉仁错水系的分水岭, 该区与青海可可西里及新疆库木库勒盆地的内流水系地区, 在地理学上被称为羌塘高原。目前得知库木库勒各水系尚无鱼类发现, 而青海可可西里内流水系的鱼类资料还不能与西藏羌塘区作出较低区划单元的区分。现将青海可可西里与其周邻地区各水系的鱼类分布情况列于表2, 区域各水系位置绘于图1。

众所周知生物界鱼类的分布受地理空间的限制和影响最明显。地壳运动, 山水变迁, 气候的寒暖干湿都给鱼类分布的演变和种系发生打上深刻的烙印。而通过鱼类种系分布和演化历史的研究, 作为鱼类类群载体的水系, 其演变历史和现状成因也可得到进一步的解释。因此综合不同水系鱼类类群间相似和相异程度, 可以作为水系间联系程度的旁证。但是以往常常是缺乏确凿证据或者仅据鱼类种类的相似或相异程度单方面进行水系

联系的解释, 很难使人信服。

表 2 青海可可西里与周邻区域各水系的鱼类分布

Table 2 Geographical distribution of fishes in Hohxil Region of Qinghai Province and its adjacent regions

编号 Number		1	2	3	4	5	6	7	8	9
水系 Water system		青海可可西里内陆水系	长江源头	怒江源头	金沙江上游	澜沧江上游	怒江上游	黄河上游	柴达木水系	藏北内陆水系
种名 Name of species										
四川哲罗鲑	<i>Hucho bleekeri</i>				*					
戴氏山鳅	<i>Oreias dabryi</i>				*					
岷县高原鳅	<i>Triplophysa minxianensis</i>							*		
甘肃高原鳅	<i>T. robusta</i>				*			*		
拟硬刺高原鳅	<i>T. pseudoscleroptera</i>							*	*	
麻尔柯河高原鳅	<i>T. markehenensis</i>				*					
硬刺高原鳅	<i>T. scleroptera</i>							*	*	
东方高原鳅	<i>T. orientalis</i>				*	*			*	
刺突高原鳅	<i>T. stewarti</i>		*	*						*
长蛇高原鳅	<i>T. longianguis</i>							*		
小眼高原鳅	<i>T. microps</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*
斯氏高原鳅	<i>T. stoliczkae</i>		*			*	*	*	*	
茶卡高原鳅	<i>T. cakaensis</i>								*	
细尾高原鳅	<i>T. stenura</i>		*	*	*	*	*			
圆腹高原鳅	<i>T. rotundiventris</i>			*	*					
黄河高原鳅	<i>T. pappenheimi</i>							*		
拟鲶高原鳅	<i>T. siluroides</i>							*		
隆头高原鳅	<i>T. alticeps</i>							*	*	
软口高原鳅	<i>T. chondrostoma</i>									
北方花鳅	<i>Cobitis granoei</i>									
黄河雅罗鱼	<i>Leuciscus chuanchicicus</i>							*		
泥鳅	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>				*					
刺鳅	<i>Acanthogobio guentheri</i>									
麦穗鱼	<i>Pseudorasbora parva</i>				*	*				
黄河鲢	<i>Gobio huanghensis</i>							*		
金沙鲈鲤	<i>Percocypris pingi</i>				*	*				
云南弓鱼	<i>Racomia yunnanensis</i>					*				
宁蒗弓鱼	<i>R. ninglangensis</i>				*					
小弓鱼	<i>R. parva</i>				*					
小口弓鱼	<i>R. microstoma</i>				*					
大理弓鱼	<i>R. taliensis</i>					*				
厚唇弓鱼	<i>R. labrosa</i>				*					
重口弓鱼	<i>R. davidi</i>				*					
光唇弓鱼	<i>R. lissolabiata</i>					*				
中华弓鱼	<i>R. sinensis</i>				*					
齐口弓鱼	<i>R. prenanti</i>				*					
长丝弓鱼	<i>R. dolichonema</i>				*					
硬刺弓鱼	<i>R. scleracantha</i>				*					

续表

编号 Number	1 青海可可西里内陆水系	2 长江源头	3 怒江源头	4 金沙江上游	5 澜沧江上游	6 怒江上游	7 黄河上游	8 柴达木水系	9 藏北内陆水系
水系 Water system									
种名 Name of species									
澜沧弓鱼 <i>R. lantsangensis</i>					*	*			
怒江弓鱼 <i>R. nukaingensis</i>						*			
吸口弓鱼 <i>Schizothorax myzostomus</i>						*			
裸腹弓鱼 <i>Ptychobarbus kaznakovi</i>		*	*	*	*	*			
中甸弓鱼 <i>Ptych. chungtienensis</i>				*					
厚唇裸重唇鱼 <i>Gymnodiptychus pachycheilus</i>				*					
花斑裸鲤 <i>Gymnocypris eckloni</i>				*			*	*	
青海湖裸鲤 <i>G. przewalskii</i>				*			*	*	
斜口裸鲤 <i>G. scolistomus</i>							*		
松潘裸鲤 <i>G. potanini</i>				*					
硬刺裸鲤 <i>G. firmispinatus</i>					*				
黄河裸裂尻鱼 <i>Schizopygopsis pylzovi</i>							*	*	
大渡裸裂尻鱼 <i>Sp. chengi</i>				*					
玉树裸裂尻鱼 <i>Sp. malacanthus</i>				*					
前腹裸裂尻鱼 <i>Sp. anterovertris</i>				*					
拉萨裸裂尻鱼 <i>Sp. youngusbandi</i>					*				
热裸裂尻鱼 <i>Sp. thermalis</i>		?	?	*				*	
小头裸裂尻鱼 <i>Sp. microcephalus</i>		*	*	*				*	
骨唇黄河鱼 <i>Chuanchia labiosa</i>									*
极边扁咽齿鱼 <i>Platypharodon extremus</i>							*		
鲫 <i>Carassius auratus</i>									*
西昌华西鳅 <i>Sinogastromyzon sichangensis</i>				*					
兰州鲶 <i>Silurus lanzhouensis</i>						*			
德钦纹胸鮡 <i>Glyptothorax deqinensis</i>					*				
扎那纹胸鮡 <i>G. zanaensis</i>						*			
黄石爬鮡 <i>Euchiloglanis kishinouyei</i>				*					
中华鮡 <i>Pareuchiloglanis sinensis</i>				*					
贡山鮡 <i>P. gongshanensis</i>						*			
细尾鮡 <i>P. gracilicauda</i>						*			
合计 Total	3	7	7	31	15	10	23	11	5

Note. 1. Interior water systems of Qinghai Hohxil Region; 2. Sources of Chang Jiang River (Exterior water systems of Qinghai Hohxil Region); 3. Sources of Nujiang River (From the sources to Naqu County); 4. Upper course of Jinsha River (from Tangqu confluence to Hutiaxia Gorge); 5. Upper course of Lancang River (from the sources to Weixi County); 6. Upper course of Nujiang River (from Naqu County to Fugong County); 7. Upper course of Huanghe River (from the sources to Longyang Gorge); 8. Qaidam water systems; 9. Interior water systems of N-Xizang (N-Tibet) Region.

本文拟在鱼类分布资料 (表2) 的基础上, 采用Sorensen区系相似性系数和欧氏距离系数的方法, 通过计算以求得各水系联系程度的客观表达。为探讨鱼类地理学研究的新途径, 作一初步尝试。

首先, 分别求出两种系数:

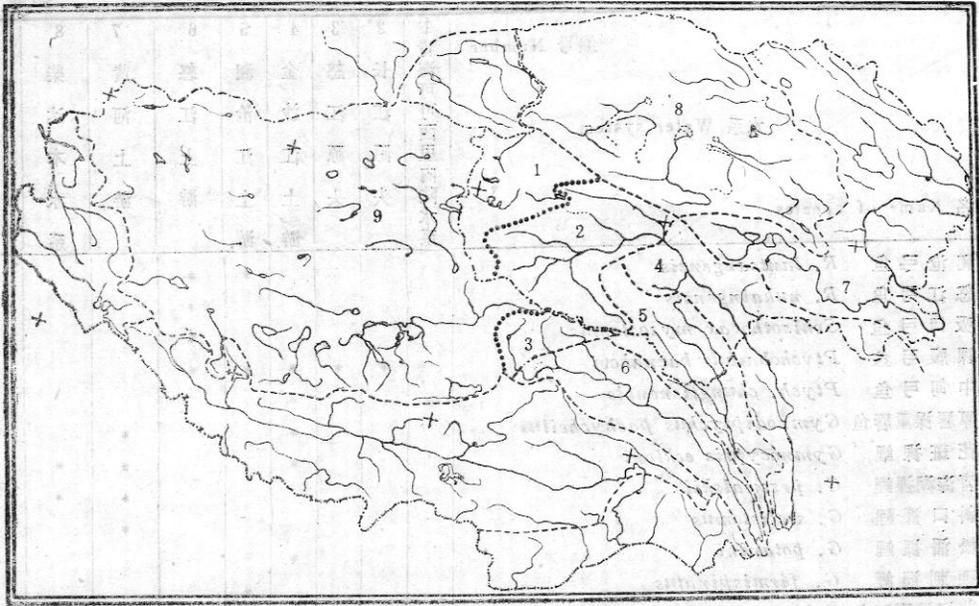


图 1 青海可可西里与周邻区域各水系的地理位置
 Fig. 1 Geographical distribution of various water systems in Hohxil region of Qinghai Province and its adjacent regions.
 1—9同表2 (same as in Table 2).

1. Sorensen区系相似性系数的求得: 区系相似性系数, 常用于反映生物区系间的相似性。公式为 $K_{sorensen} = \frac{2C}{A+B}$; A为甲水系鱼类种数; B为乙水系鱼类种数; C为两水系共有鱼类的种数。根据表2分别计算对偶水系间的相似性系数 $K_{sorensen}$ 值。将所得数据列于表3(A), 构成本区与周邻各水系间相似系数矩阵。

2. 欧氏距离系数的求得: 欧氏距离系数是一种常用的相异性系数, 即其数值越大, 被比较单元之间区系相似性越小。该公式为 $d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (y_{ik} - y_{jk})^2}$; d_{ij} 为相比较的任意两个水系的欧氏距离系数值。 y_{ik} , y_{jk} 为分布于对偶水系的种类 (有为1, 无为0); $\sum (y_{ik} - y_{jk})^2$ 为对偶水系鱼类分布差平方之和; n为项数。根据表2各水系鱼类分布情况, 按 d_{ij} 公式计算, 得出欧氏距离系数矩阵表3(B)。

第二、对两种系数矩阵分别进行系统聚类分析。作者参考有关聚类分析方法 (钟杨等, 1990), 对Sorensen区系相似性系数和欧氏距离系数矩阵分别用单联法, 全联法和UPGMA法进行系统聚类并将其结果绘成表相图 (图2a—f)。

第三、分析表相图, 选出与其地理位置符合, 而又排序一致的两种系数表相图, 用以全面客观地表达各水系间联系程度。

通过3种聚合方法所得的两种系数的表相图是不对称的, 这是由于对偶水系的共有鱼类和不同鱼类数目的差异决定的。由于每对水系的共有鱼类和不同鱼类的同时存在, 故探讨两水系间的联系, 必须同时考虑这两种因素的影响, 缺一不可。

分析6个表相图可知, 2b和2c中的水系排序符合其地理分布位置, 但与相应的欧氏距

表 3 青海省可可西里与周邻地区各水系的相互关系

A. 区系相似性系数矩阵 B. 欧氏距离系数矩阵

Table 3 Mutual relation of various water systems in Hohxil Region of Qinghai Province and its adjacent regions

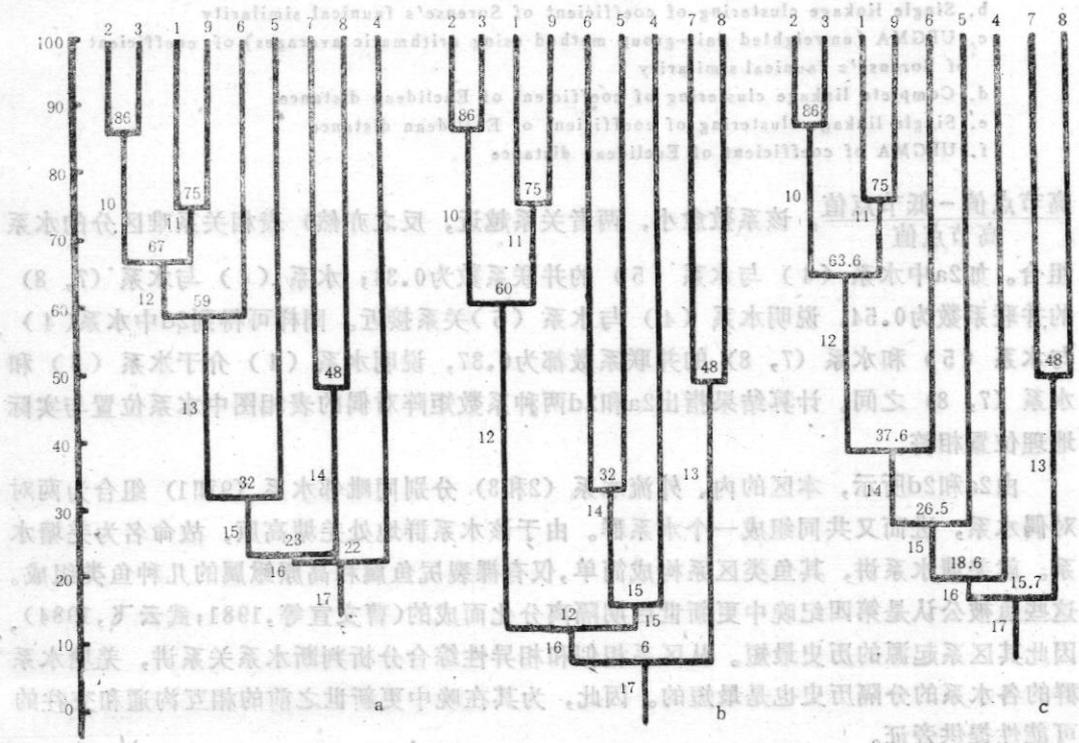
A. Matrix of faunical-similar coefficient (lower triangle)

B. Matrix of coefficient of Euclidean distance (upper triangle)

1—9 same as Table 2.

	(9')	(8')	(7')	(6')	(5')	(4')	(3')	(2')	(1')	B
(1)	0000	3.74	5.00	3.32	4.24	5.66	2.00	2.00	1.41	(9')
(2)	60%	0000	4.12	4.12	4.49	6.00	4.00	3.74	3.46	(8')
(3)	60%	86%	0000	5.29	5.39	6.56	5.10	4.58	4.69	(7')
(4)	6%	16%	21%	0000	3.87	5.92	3.00	2.24	2.83	(6')
(5)	11%	26%	27%	22%	0000	5.83	3.87	3.74	3.74	(5')
(6)	15%	59%	35%	15%	32%	0000	5.48	5.66	5.66	(4')
(7)	18%	14%	8%	15%	16%	12%	0000	1.43	2.00	(3')
(8)	14%	22%	11%	14%	23%	19%	48%	0000	2.00	(2')
(9)	75%	67%	67%	6%	10%	27%	7%	13%	0000	(1')
A	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	

离系数表相图2e, 2f的水系排序不一致, 这种情况不能用以解释相同对偶水系关系。故这4个表相图不可用。2a和2d水系排序一致, 说明全联法聚合两种系数总体表相关系一致。但是水系(4), 即长江上游水系在表相图上的位置特殊, 不知是否能相应于其实际地理位置? 为判断这种表相关系, 作者首次提出用并联系数来确定(并联系数 =



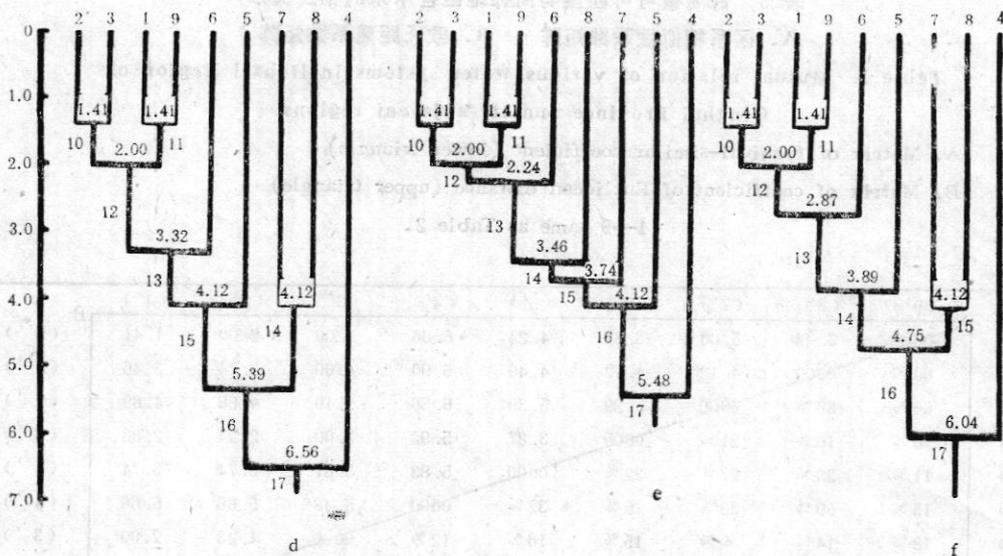


图 2 青海省可可西里与周邻地区各水系鱼类区系关系的表相图

- a. Sorensen区系相似性系数全联接合;
- b. Sorensen区系相似性系数单联接合;
- c. Sorensen区系相似性系数UPGMA聚合;
- d. 欧氏距离系数全联接合;
- e. 欧氏距离系数单联接合;
- f. 欧氏距离系数UPGMA聚合。

Fig. 2 Phenograms of fishfaunal relation of various water systems in Hohxil region of Qinghai Province and its adjacent regions

- a. Complete linkage clustering of coefficient of Sorensen's faunal similarity
- b. Single linkage clustering of coefficient of Sorensen's faunal similarity
- c. UPGMA (unweighted pair-group method using arithmetic averages) of coefficient of Sorensen's faunal similarity
- d. Complete linkage clustering of coefficient of Euclidean distance
- e. Single linkage clustering of coefficient of Euclidean distance
- f. UPGMA of coefficient of Euclidean distance

高节点值-低节点值, 该系数愈小, 两者关系越近, 反之亦然) 表相关系难区分的水系组合。如2a中水系(4)与水系(5)的并联系数为0.31; 水系(4)与水系(7, 8)的并联系数为0.54, 说明水系(4)与水系(5)关系接近。同样可得到2d中水系(4)与水系(5)和水系(7, 8)的并联系数都为0.37, 说明水系(4)介于水系(5)和水系(7, 8)之间。计算结果指出2a和2d两种系数矩阵对偶的表相图中水系位置与实际地理位置相符。

由2a和2d所示, 本区的内、外流水系(2和3)分别同毗邻水系(9和1)组合为两对对偶水系, 进而又共同组成一个水系群。由于该水系群地处羌塘高原, 故命名为羌塘水系。就羌塘水系讲, 其鱼类区系构成简单, 仅有裸裂尻鱼属和高原鳅属的几种鱼类组成。这些鱼被公认是第四纪晚中更新世后期隔离分化而成的(曹文宣等, 1981; 武云飞, 1984), 因此其区系起源的历史最短。从区系相似和相异性综合分析判断水系关系讲, 羌塘水系的各水系的分隔历史也是最短的。因此, 为其在晚中更新世之前的相互沟通和交往的可能性提供旁证。

四、本区与周邻水域的鱼类地理区划

就本区与周邻地区诸水系的分析,认为现行的中国淡水鱼类分布区划(李恩忠,1981)的华西区(中亚高山区)中有关部分必须补充和修改,否则难以符合现已查明的鱼类分布(图3)。

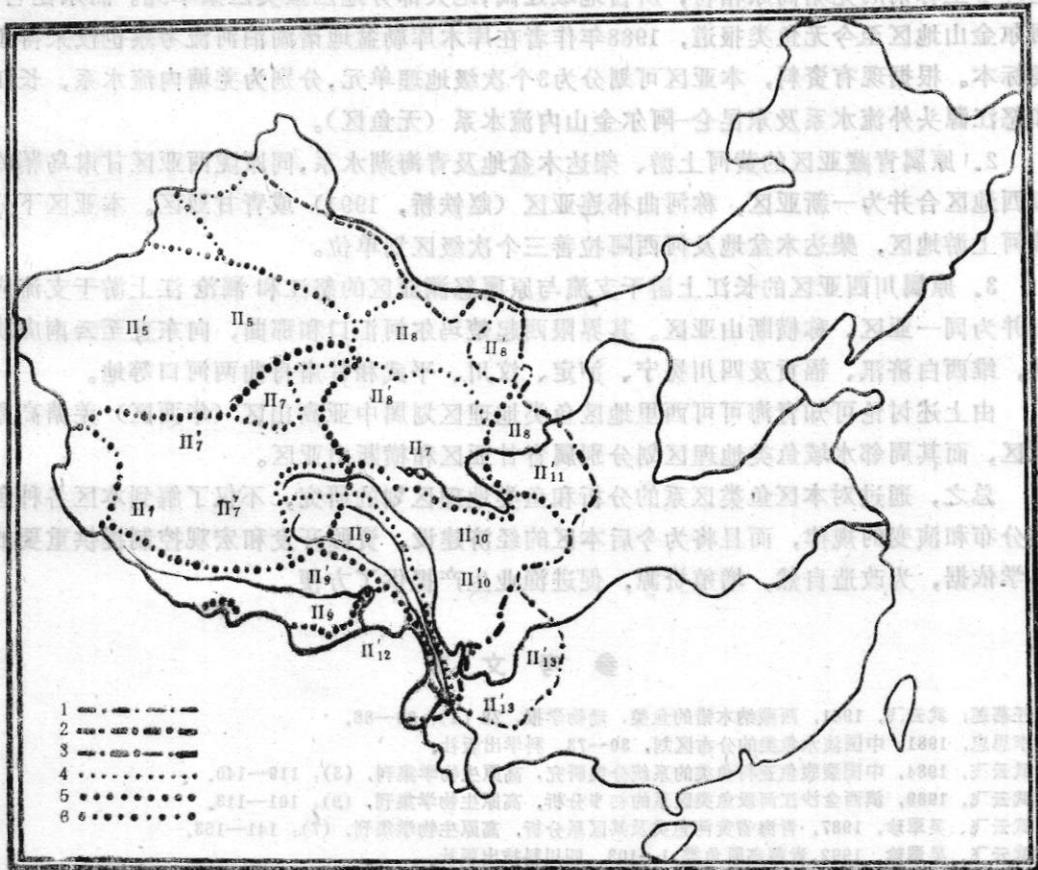


图 3 中国华西区淡水鱼类地理区划 (同李恩忠1981对比)
Fig. 3 Geographical divisions for fresh-water fishes of Huaxi Region, China

1. 华西区旧界 (II) (Boundary line of Li's Xuaxi Region);
 2. 华西区新界 (II') (Boundary line of author's Xuaxi R.);
 3. 重叠区界线 (Regional boundary line of overlap);
 4. 亚区旧界 (Boundary line of Li's subregion);
 5. 亚区新界 (Boundary line of author's subregion);
 6. 重叠亚区界线 (Subregional boundary line of overlap).
- II₅塔里木亚区 (Talim subregion); II'₅同II₅名 (II'₅ name same as II₅);
 II₇青藏亚区 (Qingzang subregion); II'₇羌塘高原亚区 (Qiangtang subregion);
 II₈陇西亚区 (Longxi subregion); II'₈青甘亚区 (Qinggan subregion);
 II₉康藏亚区 (Kangzang subregion); II'₉雅鲁藏布江亚区 (Yalung zongbo subregion);
 II₁₀川西亚区 (Chuanxi subregion); II'₁₀横断山亚区 (Transverses subregion);
 II'₁₁陇中亚区 (Longzhong subregion);
 II'₁₂墨脱、察隅和腾冲盈江亚区 (Medog-zayu and Tengchong-Yingjiang subregion);
 II'₁₃滇东亚区 (Diandong subregion);

1. 在淡水鱼类分布区划中,青藏亚区的藏北和青海可可西里内流水系与原属川西亚区的长江源头及康藏亚区的怒江源头及原属塔里木亚区的东昆仑-阿尔金山地区,共同并作为一个新亚区,现称为羌塘高原亚区或新青藏亚区。该区北以昆仑山、阿尔金山、祁曼塔格山为界;南抵冈底斯山和念青唐古拉山;西由新疆、西藏交界的界山大坂至昂拉仁水系同印度河水系分界一线向东经纳木湖等直达那曲和楚玛尔河汇口。如前所述,该区与地理学上所谓的羌塘高原相符,所占地域辽阔,绝大部分地区鱼类区系单纯。而东昆仑-阿尔金山地区至今无鱼类报道,1988年作者在库木库勒盆地诸湖泊河流考察也没采得鱼类标本。根据现有资料,本亚区可划分为3个次级地理单元,分别为羌塘内流水系,长江和怒江源头外流水系及东昆仑-阿尔金山内流水系(无鱼区)。

2. 原属青藏亚区的黄河上游、柴达木盆地及青海湖水系,同原陇西亚区甘肃乌鞘岭以西地区合并为一新亚区,称河曲祁连亚区(赵铁桥,1991)或青甘亚区。本亚区下分黄河上游地区,柴达木盆地及河西阿拉善三个次级区划单位。

3. 原属川西亚区的长江上游干支流与原属怒澜亚区的怒江和澜沧江上游干支流应归并为同一亚区,称横断山亚区。其界限西起楚玛尔河汇口和那曲,向东直至云南虎跳峡,维西白济汛、福贡及四川冕宁、泸定、汶川、平武和甘肃舟曲两河口等地。

由上述讨论可知青海可可西里地区鱼类地理区划属中亚高山区(华西区)羌塘高原亚区,而其周邻水域鱼类地理区划分别属青甘亚区和横断山亚区。

总之,通过对本区鱼类区系的分析和鱼类地理区划的研究,不仅了解到本区各种鱼类分布和演变的规律,而且将为今后本区的经济建设,资源开发和宏观控制提供重要的科学依据,为改造自然,增殖资源,促进渔业生产提供了方便。

参 考 文 献

- 任慕莲,武云飞,1981,西藏纳木错的鱼类,动物学报,28(1):80—86.
李思忠,1981,中国淡水鱼类的分布区划,30—73.科学出版社.
武云飞,1984,中国裂腹鱼亚科鱼类的系统分类研究,高原生物学集刊,(3):119—140.
武云飞,1989,滇西金沙江河段鱼类区系的初步分析,高原生物学集刊,(9):101—113.
武云飞、吴翠珍,1987,青海省黄河鱼类及其区系分析,高原生物学集刊,(7):141—153.
武云飞、吴翠珍,1992,青藏高原鱼类,1—103.四川科技出版社.
武云飞、谭齐佳,1991,青藏高原鱼类区系特征及其形成的地史原因分析,动物学报,37(2):135—152.
赵铁桥,1991,河西阿拉善内流区的鱼类区系和地理区划,动物学报,37(2):153—167.
曹文宣、伍献文,1962,四川西部甘孜阿坝地区鱼类生物学及渔业问题,水生生物学集刊,(2):79—110.
曹文宣、陈宜瑜、武云飞、朱松泉,1981,裂腹鱼类的起源和演化及其与青藏高原隆起的时代、幅度和形式问题,118—130.科学出版社.
钟扬、陈家宽、黄德世编著,1990,数量分类的方法与程序,35—72.武江大学出版社.

A STUDY ON FISH-FAUNA AND PISCIGEOGRAPHICAL DIVISION IN THE HOHXIL REGION OF QINGHAI PROVINCE

Wu Yunfei, Wu Cuizhen and Yu Dengpan

(Northwest Plateau Institute of Biology,

The Chinese Academy of Sciences, Xining, 810001)

The Hohxil Region of Qinghai Province is located at the central part of Qinghai-Xizang Plateau, with an elevation of 5000m above sea level and an area of about 83,000km². It is one of the less studied regions in the world.

Several investigations on hydrobios and fishes were carried out by the authors in this region in 1973—1986 and from May to August, 1990. Over 300 fish specimens were collected from 15 collecting localities. Based on the data of the fishes, the present paper attempts to make a preliminary study on piscigeographical division in this region and its adjacent regions. This paper comprises 4 parts:

1. Altogether 3 genera and 6 species of fishes have been collected in the water systems of Qinghai Hohxil Region. Among them, four species belong to the plateau loaches (*Triplophysa*) of Family Cobitidae. Two importantly economical species, namely *Ptychobarbus kaznakovi* and *Schizopygopsis microcephalus*, both the fishes belong to the schizothoracine fishes of Family Cyprinidae. The geographical distribution of fishes in this region has been shown in Table 1.

2. By analysing, piscigeographical characteristics in this region, it is summarized as follows:

1) The simplicity of the fishfaunal composition and the complexity of various water systems form a sharp contrast.

2) In this region fishfaunal elements of interior water system to those of exterior water systems are much similar, which both belong to the plateau elements of central Asia (see Table 1).

3) Fish zonation in the vertical height is not enough obvious in this region. The horizontal distributions of fishes are decided by hydrological conditions and water qualities here.

4) In the same water body, every species of fishes has its own natural foodstuffs and ecological environments, such as the species of *P. kaznakovi*, it has general adaptations which enable it to live in water of plateau and also has special adaptations which enable it to feed on certain

benthic animals and to live in rapid current.

3. On analysis of piscogeographical relations of this region and its adjacent regions. Based on the material of fish distributions (see Table 2.), first we calculated the similarity coefficient ($K_{\text{Sorence}} = \frac{2C}{A+B}$) C: common species, A: a species collected from A water body, B: another species collected from B water body and coefficient of Euclidean distance ($d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (y_i - y_j)^2}$) and made Table 3 including two matrices of faunal similarity and Euclidean distance coefficients and then by complete linkage, single linkage and UPGMA systematically clustered and respectively completed six phenograms (see Fig. 2a—f). Finally, found out two phenograms (Fig. 2a, 2d) according with the actual situations to express the Piscogeographical relations of the region and its adjacent regions.

4. According to the conclusion of clustered analyses, the geographical divisions for fresh-water fishes of the Huaxi Region in China.

1) Qiangtang subregion (I'7) including three infraregions, namely the interior drainage systems of Qiangtang Plateau, the sources regions of three rivers (Changjiang River; from its starting point to the confluence of Chumar River, Lancang River; from its starting point to Zaduo county seat; (Nujiang River; from its starting point to Naqu county seat) and the interior drainage systems of the Eastern Kunlun and Alkin Mountains.

2) Qingan subregion (I'8) containing three infraregions, namely, the upper reaches of Huanghe River (from its sources to Liujia Xia (gorge)), the interior drainage systems of Qidam and Hexi-Alashan.

3) Transverses (Hengduan shan) subregion (I'10) also including three infraregions, namely, the upper reaches of Changjiang River (from the confluence of Chumar River to Hutiao Xia (gorge), that of Lancangjiang River (from Zaduo County to Baijixun of Wei Xi) and that of Nujiang River (from Naqu County to Fugong of Yunnan Province).

Key words: Hohxil Region, Fish-fauna, Clustered analysis, Phenogram, Piscogeographical division