色林错渔业生产的现状与可持续利用的对策

陈毅峰 何德奎

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

蔡斌

(西藏自治区水产局, 拉萨 850000)

摘要: 色林错裸鲤 (*Gymnocypris selincuoensis*) 是藏北色林错湖泊中惟一的一种鱼类。本文介绍了色林错渔业开发利用情况, 并对色林错裸鲤最小捕捞年龄、捕捞强度、最小网目以及最佳年捕捞产量进行了探讨。从可持续发展的角度, 我们认为对色林错鱼类资源的利用必须以保证现有湖泊生态系统的稳定为核心, 在满足维持一个足够数量及年龄结构的繁殖群体的基础上, 以获得最佳持续经济利益为目标。以往强调甚至采用的最大持续产量理论在高原极端环境条件下并不能作为鱼类资源利用的追求目标或确定渔产量的标准, 而只能作为对其捕捞强度的参考。总的允许渔获量应当根据最适捕捞死亡率 $F_{0.2}$ 来确定。本文最后提出了色林错湖泊鱼类资源可持续利用的 8 条具体措施。

关键词: 渔业现状, 可持续利用, 色林错, 藏北

中图分类号: S 931

文献标识码: A

文章编号: 1005 - 0094(2001)01 - 0085 - 05

Status and sustainable utilization of fishery resources of Selincuo Lake, northern Tibet

CHEN Yi-Feng¹, HE De-Kui¹, CAI Bin²

1 Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072

2 The Bureau of Aquatic Products, Xizang Autonomous Region, Lasa 850000

Abstract: Selincuo Naked Carp (*Gymnocypris selincuoensis*) is the only fish species distributed in Selincuo Lake. Little had been known before we studied its biological characters since 1997. Based on its age composition, growth rate, feeding, reproduction and stock structure, the present paper introduced the fishery history of Selincuo Lake and discussed the relationship between fishery catch and minimum catchable age, fishing mortality, mesh size and optimal sustainable yield. To get sustainable economic profits, exploitation of fishery resources of Selincuo Lake must focus on stability of lake ecosystem, and thus maintain a sufficient recruitment population of Selincuo Naked Carp. Because of the extreme environment condition on the Tibetan Plateau and special biological characters of Selincuo Naked Carp, the model of maximum sustainable fish yield suitable for temperate zones can not be adopted in Selincuo Lake. The total allowed catch should be taken at an optimal fishing mortality of $F_{0.2}$. Finally, we put forward eight strategies for sustainable development of fishery as follows: 1) because of the characteristics of growth and reproduction of Selincuo Naked Carp and the climatic conditions of northern Tibet Plateau, fishing season in Selincuo Lake should be condensed to winter season; 2) according to present studies, the annual fishery yield of Selincuo Naked Carp can be increased from 700 ton to 2000 ton in Selincuo Lake; 3) studies on population dynamics of Selincuo Naked Carp becomes more important when its annual yield rises; 4) the catchable individuals should be elder than 12 years of age, longer than 290 mm and weightier than 350 g; 5) the individuals harbouring tapeworms should be sorted out for producing industrial fishmeal; 6) promote the consumption of aquatic products of local people so as to maintain a economic profit; 7) introduction of exotic fish species should be strictly limited, and 8) management of fishery production of Selincuo Lake should be im-

基金项目: 国家重点基础研究发展规划项目 (G1998040803), 中国科学院“九五”重点项目 (KZ952-31-101) 和农业部“九五”重点项目 (渔 95-B-96-10-01-05)

收稿日期: 2000 - 06 - 05; 修改稿收到日期: 2000 - 10 - 01

作者简介: 陈毅峰, 男, 1963 年出生, 博士, 研究员。从事鱼类学和生物地理学研究。E-mail 地址: chenyf @ihb.ac.cn

proved.
Key words : fishery status , sustainable utilization , Selincuo Lake , northern Tibet

随着色林错渔业资源的开发利用,西藏水产品产量有了大幅度的提高,湖泊渔业成为西藏渔业的主体。如何合理开发和利用而又不破坏渔业资源,达到可持续性发展的目的,是目前西藏湖泊渔业资源利用所面临的最重要的课题。

在中国科学院、西藏自治区和农业部的大力支持下,我们开展了西藏高原湖泊主要是色林错湖鱼类资源的可持续利用及其对策的研究,目的在于通过对色林错裸鲤(*Gymnocypris selincuoensis*)生活史特征的研究,为色林错渔业资源步入可持续发展的轨道提供科学依据,同时也为西藏高原其他湖泊鱼类资源的开发利用提供可资借鉴的模式,从而促进高原湖泊自然资源的转化,为西藏渔业经济的持续健康发展作出积极的贡献。

1 色林错渔业生产概况

色林错位于西藏北部羌唐高原的东南部,海拔4530 m。在行政区划上属那曲地区的班戈、申扎和尼玛三县所辖。湖面面积1640 km²,是西藏第二大湖,也是世界上湖体海拔最高的大湖之一(关志华等,1984)。色林错湖泊中的经济鱼类只有色林错裸鲤(*Gymnocypris selincuoensis*)一种。由于历史、宗教和生活习俗等因素的影响,西藏除了羊卓雍错曾在本世纪六七十年代断断续续进行过渔业捕捞外(西藏自治区水产局,1996),其他湖泊包括色林错湖的丰富渔业资源一直没有得到很好的开发利用。

随着社会的进步和经济的发展,广大藏族同胞的传统观念也在不断更新,沉睡多年的色林错渔业资源逐渐引起人们的注意。1989年,个体户张春林带人在色林错最大的支流扎加藏布下游进行捕鱼试验,由此拉开了色林错鱼类资源开发的序幕。随后,

那曲地区牧工商公司从吉林省引进技术人员在色林错开展冬季冰下捕鱼试验并获得成功。1992年,那曲地区牧工商公司加大了开发力度,捕捞产量从十几吨提高到400 t,同时开始筹建鱼粉加工厂,对色林错鱼类资源进行综合加工利用。鱼粉厂于1993年建成投产,生产的鱼粉达到国家二级标准。1995年由于青海省政府对青海湖进行封湖保护,封湖时间持续到2000年,因而加速了色林错渔业资源捕捞利用的步伐。1995年色林错湖渔业产量达到1028 t,其中绝大部分销往青海省,有50 t还远销西安。由于捕捞生产势头过热,渔业管理上产生了一些问题。为整顿渔业生产秩序,1996年色林错渔业开发暂停一年,只有那曲地区班戈县组织渔业生产者在色林错的支流波曲藏布河口进行少量的捕捞,捕捞量仅20 t。近几年,针对市场需求调整了生产规模,年产量大体维持在700 t左右,仅少量用于鱼粉加工,绝大部分销往区外。色林错渔业历年捕捞量见表1。

2 色林错鱼类资源的利用问题

2.1 起捕年龄和捕捞强度

确定渔获对象的最小捕捞规格和合理的捕捞强度是保证天然渔业获得高产和可持续发展的一个重要措施。确定最小捕捞年龄以及捕捞强度,一方面需要考虑尽可能最大限度地利用最高生物量,另一方面还要保证种群有足够的补充繁殖群体(吴清江,1975)。生长拐点常被用来作为制定渔业捕捞规格的指标(段中华,1991;谢从新,1988;喻达辉,1991;殷名称,1993)。从发挥鱼类生长潜能的角度分析,首捕年龄应确定在生长拐点之后。(1964)从鱼类世代生物量消长的角度出发,认为渔业利

表1 色林错湖历年的捕捞生产情况
Table 1 Annual catch in Selincuo Lake

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	总计(t) Total yield (t)
捕捞量 Yield (t)	12	33	35 ~ 40	400	400	800	1028	20	600	706	4034 ~ 4039
捕捞队伍 Contingents	1	2	1	1	1	9	10	1	8	9	
捕捞人数 Number of fishermen	5					186	332		187	186	

用应选择在其世代生物量达到临界大小时,即从临界年龄开始捕捞,并且将捕捞强度设定为 1 时,才能最合理有效地利用鱼类资源。但实际上在天然渔业条件下,捕捞强度不仅不可能达到 1,而且也未必能合理地利用种群生物量。因此也有学者认为,为减少鱼类资源由于未能得到及时捕捞而自然死亡造成损失,首捕年龄应当确定在临界年龄之前(常剑波等,1994)。在实际应用中,上述两种不同的观点都有其特定的适用范围。有一些种类确实因未能及时捕捞而造成资源浪费;然而另一些种类则存在着由于没有准确地估计其种群的合理补充而导致过度开发的情况。如色林错裸鲤由于生长缓慢,达到 500 g 重的个体需要 10~12 年;性成熟晚,7 龄雄性及 8 龄雌性才开始进行繁殖;繁殖力低,怀卵量仅 1341~28 002 粒,而且其繁殖力在 23~26 龄、体长在 370 mm~390 mm 时才达到最大,同时每一性成熟个体还都不是每年都参加繁殖活动。如果仅从生物量消长的角度出发而将其首捕年龄定于临界年龄之前,那么,由于色林错裸鲤的繁殖群体主要是由剩余个体组成,因此很可能捕捞了许多还未进行正常繁殖的个体,从而影响到色林错裸鲤鱼类资源的正常补充量,最终导致其资源的衰退甚至枯竭。

从不同起捕年龄和捕捞强度下色林错裸鲤的单位渔获量和繁殖群体补充量的关系来分析,当补充量一定时,要获得最大渔获量,要么增加捕捞强度,要么降低最小捕捞年龄。如果最小捕捞年龄小于临界年龄,虽然较低的捕捞强度也能有较高的渔获量,但是补充繁殖群体的数量却会随之减少。如果最小捕捞年龄大于临界年龄,那么适当地提高捕捞强度也可以获得较高的渔获量,同时补充繁殖群体的数量又随之增加。因此,如果仅从补充繁殖群体的角度出发,只有提高最小捕捞年龄或者降低捕捞强度才能保证有足够的补充群体。

色林错裸鲤湖泊群体的生长拐点是 11.1 龄;在 12 龄时群体的世代生物量已接近最大,而且此时所有的雌性及雄性个体都已进入成熟阶段参加繁殖。从目前色林错裸鲤湖泊群体年龄组成的结构上看,12 龄至 24 龄的个体数量所占的比例也比较高。因此,为了维持一个足够数量和多年龄结构的繁殖群体以获得最佳持续经济产量,并考虑市场对渔产品规格的需求情况,我们建议对色林错裸鲤进行捕捞的最小起捕年龄为 12 龄,此时个体的体重通常在

350.0 g 以上,体长在 290.0 mm 以上。

2.2 最小网目

确定最小捕捞规格是对渔业生产实施有效管理的一项重要措施(叶昌臣,黄斌,1990)。由于鱼类物种间体形的差异和捕捞作业方式不同,网目规格的制定标准也不尽相同。(1958)曾提出刺网

网目的大小与鱼体重量的关系式: $= K \times P^{1/3}$;其中 P 为鱼体全重, K 为系数。我们通过对色林错裸鲤在不同大小网目(单层刺网)下渔获物最小体重(表 2)与上述公式进行拟和,发现鱼体体重和网目之间的关系并不与之一致。因此通过直接将最小体重与网目的关系绘成曲线(图 1)的办法,来确定网目大小。从图 1 及表 2 中可以看出,与体长 290.0 mm、体重 350.0 g 的 12 龄个体相对应的单层刺网的网目不小于 80.0 mm。

2.3 最佳年捕捞产量

可持续发展理论的深刻内涵,在于对自然资源的利用不仅仅是追求最大持续产量(MSY)和最大的经济利益(MER),还应当充分考虑到生态系统中的功能变化。天然渔业捕捞的可持续性取决于渔业捕捞对象能够维持在一个合适的资源量水平上。从最大持续产量理论上讲,色林错可捕捞的渔产量有 3.5 万 t,即当色林错裸鲤的种群数量维持在其总资源量 1/2 的水平时(里克,1975),才能保证在提供最大持续产量时的最适种群水平。从对色林错裸鲤死亡率的分析来看,在目前的捕捞情况下,色林错裸鲤的自然死亡率远小于捕捞死亡率,说明色林错渔业资源目前还有待于进一步开发。因此,可以适当提高现有的捕捞产量,以诱导种群的增长。

我们认为以往强调和采用的最大持续产量理论并不能作为在高原极端环境条件下鱼类资源利用的目标或确定其渔产量的标准,而只能作为制定其捕捞强度的参考。

国际上目前一般通过减少实际捕捞死亡率的办法来减轻对资源的过度开发。通常根据最适捕捞死亡率原理来确定总的允许渔获量(TAC, total allowed catch)(邓景耀,赵传玺,1991)。我们针对藏北羌塘高原气候条件恶劣多变的特点以及色林错裸鲤的生

陈毅峰,何德奎. 色林错裸鲤种群生长特征的研究(待发表)
陈毅峰,何德奎,陈自明,蔡斌. 色林错裸鲤的繁殖对策(待发表)
陈毅峰,何德奎,蔡斌. 色林错的渔业生物学分析(待发表)
陈毅峰,何德奎,段中华. 色林错裸鲤(*Gymnocypris selincuensis*)
年龄与生长研究. 年龄鉴定和年龄解释的一致性(待发表)

表 2 不同网目单层刺网及其对应的渔获物体长和体重
Table 2 Relationship between mesh stretch of monofilament gillnets, standard length and weight of fish

网目 (mm) Mesh stretch (mm)	平均体长 (mm) Average length	体长范围 (mm) Length range	平均体重 (g) Average weight	体重范围 (g) Weight range
25	250.00	46.0 ~ 386.0	268.75	3.8 ~ 854.0
35	316.94	147.0 ~ 420.0	490.68	62.9 ~ 980.0
38	306.43	153.0 ~ 398.0	475.44	72.6 ~ 976.5
40	282.69	169.0 ~ 370.0	444.97	96.0 ~ 900.0
60	327.70	220.0 ~ 445.0	551.86	215.0 ~ 1180.0
78	315.60	260.0 ~ 411.0	504.17	298.6 ~ 1012.5
80	328.43	269.0 ~ 437.0	563.55	316.2 ~ 1124.0
100	337.80	296.0 ~ 449.0	775.66	356.0 ~ 1200.0
145	332.00	320.0 ~ 380.0	753.33	520.0 ~ 955.0

图 1 单层刺网的网目与色林错裸鲤最小渔获体重的关系
Fig. 1 Relationship between mesh stretch of monofilament gillnets and the minimum weight of catchable fish

长和繁殖特征,选择了最适捕捞死亡率 $F_{0.2}$,同时设定其最小起捕年龄为 12 龄,求得 $F_{0.2}$ 时的捕捞强度(或称捕捞死亡系数) $F=0.1$ 。以保持现有种群结构基本稳定为前提条件,通过年补充量的估计和产量——补充量模型,最终获得色林错的最佳持续年产量为 1963.4595 t。

因此,在色林错渔业的捕捞利用中,即使存在着历年捕捞量与实际捕捞量略有出入的情况,现有的年捕捞量也还可以适当提高。建议政府部门对色林错渔业生产继续采取总量控制的办法,宏观上将年捕捞量控制在 1200 ~ 1500 t 之间,实际每年的总捕捞量不得超过 2000 t。

3 色林错鱼类资源可持续利用的对策

可持续发展目标的实现有赖于科研、管理和生产等各个环节人员的共同合作。就色林错渔业资源

的捕捞生产而言,目前应当采取以下措施:

1) 捕捞季节应集中于冬季进行,这是由色林错裸鲤生长繁殖的特点以及整个藏北高原特殊的地理、气候条件所决定的。生活在这一地区的鱼类一年中有近一半的时间处于冬眠状态,而 4 ~ 8 月既是其摄食生长期也是其繁殖期,性成熟的个体都在这一时间段内寻找产卵繁殖的机会,因此不宜捕捞。通过我们对色林错裸鲤肥满度季节变化的研究也可以看出,12 月鱼体的肥满度普遍高于 5 ~ 8 月。另一方面,因为藏北气候昼夜温差大,春季和夏季的绝大多数时间内,下午 2 点左右的气温都可以达到 30℃,极端最高温度在 40℃ 以上(陈毅峰等,2001)。由于色林错裸鲤等高原鱼类都是杂食性,肠管很长,在 300 mm 体长的个体中,其肠管长度通常为体长的 4 倍以上,加之其摄食强度大,因此渔获物离开水面后很容易腐败变质,而要在罕无人烟甚至是无人区中增设冷藏保鲜设施,无疑将大大提高捕捞成本。然而冬季藏北地区的气温通常都在 - 10℃ 以下,对渔获物而言等于一个天然冰库。因此,为保证鱼类的繁殖群体能够进行正常的生殖活动,同时也有利于渔获物的保存及长途运输,整个藏北高原的渔业生产都应当只限于在冬季进行,严禁春、夏季在河流(繁殖场所)以及河口(繁殖通道)从事捕捞生产。

2) 根据目前的研究结果,可以将现有的年捕捞量从 700 t 提高到 1200 ~ 1500 t 之间,但必须保证每年实际的总捕捞量不得高于 2000 t。

3) 在色林错渔业年捕捞量调整后,必须进行色林错裸鲤的种群数量变动规律跟踪研究。只有在不

陈毅峰,何德奎,段中华. 色林错裸鲤 (*Gymnocypris selincuoensis*) 年龄与生长研究——年龄鉴定和年龄解释的一致性(待发表)

断地掌握其种群补充与死亡等特征的基础上,适时调整渔业生产的规模和捕捞规格,才能实现渔业资源的可持续发展。在此之前,每年都应当对色林错的渔获物进行随机抽样调查,取得相应数据,以便及时获得渔业信息,掌握资源的变化动态。

4) 色林错湖泊近几年的渔业生产,应集中于捕捞年龄在 12 龄以上的个体,即体长 290 mm、体重 350 g 以上的个体,单层刺网的网目以不低于 80 mm 为宜。

5) 为更好地开拓市场,获得较好的经济效益,有必要使色林错裸鲤从起步阶段就保持一个良好的形象,同时也可以有效地改善当地只食河鱼不喜湖鱼的习惯,因此必须在捕捞的过程中进行渔获物的筛选工作,将被寄生虫寄生的和特别消瘦的个体挑选出来做鱼粉加工。由于有寄生虫的个体通常腹部都较为膨胀,故有“大肚鱼”之称,很容易识别,操作起来也只需分别堆放而已,并不复杂。

6) 目前在色林错的渔产品中仅有少量用于鱼粉加工,绝大部分销往区外。但在色林错渔产量有大幅度提高的情况下,一个很现实问题是如何扩大内需,以维护其合理的价格及经济收益。从我们对色林错裸鲤肌肉的蛋白质、脂肪等生化成分进行分析的结果表明,色林错裸鲤的营养成分并不比牛、羊或河流中生活的鱼类低:其蛋白质的百分含量为 62.501 ~ 85.047,平均 76.915;脂肪为 1.392 ~ 19.232,平均 12.222;碳水化合物为 0.203 ~ 11.125,平均 5.061。因此有关部门应当做好宣传工作,使越来越多的藏族同胞尽快转变不吃鱼的传统习俗。

7) 外来物种的引进已经对一些高原湖泊的鱼类资源造成了灾难性的后果,这种影响可能永远也无法消除。如新疆的博斯腾湖以及云贵两省交界的泸沽湖等(Chen et al., 1993),都是因为过于追求渔产品产量的提高而引进外来物种,而造成了当地特有鱼类的绝迹。而且外来物种未必就能适应极端的高原环境,在高原水体生态系统中正常生活进而产生经济效益。因此,引种问题必须得到地方主管部门的严格管理。

8) 加强渔业管理队伍的自身建设,以满足不断

变化的渔业生产与调研工作的实际需要。尤其是在提高色林错的年捕捞量之后,如何组织好捕捞生产,协调好地方、单位及个人之间的利益与责任,使渔业生产有序地进行,是管理部门当前面临而且必须解决好的一个紧迫问题。

致谢 承蒙曹文宣院士讨论有关问题并审阅文稿,陈自明同志和巴珠同志参加了野外调查工作,在此一并感谢!

参考文献

- 常剑波,孙建贻,段中华,向阳,1994. 网湖似鲢种群生长和死亡率研究. 水生生物学报,18(3):230~239
- 陈毅峰,陈自明,何德奎,蔡斌,巴珠,2001. 藏北色林错流域的水文特征. 湖泊科学,13(1):20~28
- 邓景耀,赵传纲,1991. 海洋渔业生物学. 北京:农业出版社,86~97
- 段中华,1991. 长鳍吻鲈年龄和生长研究. 淡水渔业,(2):12~14
- 关志华,陈传友,区裕雄,范云崎,张有实,陈志明,鲍世恒,昝玉亭,何希吾,章铭陶,1984. 西藏河流与湖泊. 北京:科学出版社,
- 里克,1975. 鱼类种群生物统计量的计算和解析(费鸿年,袁蔚文译,1984). 北京:科学出版社,219~237
- 吴清江,1975. 长吻鲈[*Leiocassis longirostris* (Günther)]的种群生态学及最大持续渔获量的研究. 水生生物学集刊,5(3):237~405
- 西藏自治区水产局,1996. 西藏鱼类及其资源. 北京:中国农业出版社,23~34
- 谢从新,1988. 武昌南湖花鲢的生长研究. 海洋与湖沼,19(3):225~231
- 叶昌臣,黄斌,1990. 渔业生物数学. 北京:农业出版社,136~143
- 殷名称,1993. 太湖似刺鲃年龄和生长研究. 生态学报,3(1):39~44
- 喻达辉,1991. 洪湖红鳍鲃生物学研究. 见:中国科学院水生生物研究所洪湖课题研究组(编),洪湖水体生物生产力综合开发及湖泊生态环境优化研究. 北京:海洋出版社,172~178
- Chen Y Y, Cui Y B, 1993. Some aspects of biological diversity in freshwater ecosystems. *Chinese Biodiversity*, 1(1):46~49
- ,1958.
- “ ”,4:14~15
- ,1964.
- , , (11):27~30

(责任编辑:时意专)

陈毅峰,何德奎,蔡斌. 色林错裸鲤等鱼类生化成分的探讨(待发表)