

牡丹江上游(含镜泊湖)江鳕年龄、 生长、食性和繁殖的研究*

杨树勋 李东奎 杨雨壮 杜立君 郑伟 姚立刚

(吉林省延边朝鲜族自治州水产站)

摘要 本文汇集了1981~1987年捕获的1,800余尾江鳕标本的观测数据。以耳石为材料对年龄和生长作了鉴定分析。探讨了该水域江鳕食性变化特点。记述了镜泊湖江鳕冰下溯江作生殖洄游的时间规律。揭示了江鳕属一次性产卵类型的鱼类,产卵期明显集中。少数性腺发育与产卵群体不同步的初次性成熟个体,产卵活动有不规则地延后现象。此与国内流行的卵分批排出,产卵期为11月至翌年3月的文献记述显著有别。

关键词 江鳕,牡丹江上游,镜泊湖,年龄,生长,食性,繁殖

江鳕 *Lota lota* (Linnaeus) 是酷寒期于冰下产卵,发生上属北极淡水复合体的种类;分类上属鳕形目 Gadiformes 鳕鱼科 Gadidae 江鳕属 *Lota*。它是鳕科鱼类中唯一的淡水种,广泛分布于45°N以北的欧、亚和北美洲的内陆水域及海湾处,最南可达美国东侧40°N的俄亥俄河上游。该鱼是高纬度北方水域珍贵的经济鱼类,尤以其肥大的肝脏和雄鱼精巢的味美而著称。在我国仅分布于北极海水系的额尔齐斯河及与该水系邻近的黑龙江水系,41~42°N的鸭绿江上游处亦有分布^[2,8,9,11]。

该鱼的文字资料我国甚少,且多为分类、分布、形态特征的记述。对其生物学特性和生态习性仅有编译性概述^[1,2,6,8,9,11],专题性的研究一直未见报道。本文在连续七年野外调查的基础上,通过比较细致的鉴定分析,揭示了牡丹江上游江鳕的年龄组成、生长规律、食性特点、生殖洄游和产卵期等生物学特性,为概述和研究我国境内江鳕的生物学,为该江段和镜泊湖江鳕资源的合理利用提供依据和资料。

材料和 方法

本文所用材料,主要是从1981~1987年连续七个寒冬于镜泊湖及距湖口10至50公里的牡丹江上游江面上拦挡的三道箔旋⁽¹⁾采捕的1,734(♀♀813, ♂♂921)尾标本中,根据不同项目的需要随机选取的。为探索幼体江鳕的食性、耳石年轮结构及生长情况,还在1981年9月,1982年6月,1986年9月,在汇入该水域的三条冷凉山溪中共采获90余尾幼体江鳕标本,供对照和观测。

* 初稿曾请中国水产学会分别寄送国内专家李思忠、吴熙载、张觉民、白庆余、迟英杰、张玉玲、董元凯清先生评审。本文即按各位专家的指点和提出的宝贵意见修改而成。在此对各位先生的热情相助谨表谢意。

(1) 箔旋是用柳树枝编成排,插于冰下,类似“迷魂阵”式的渔具。

收稿年月:1988年1月。

用做测定年龄和生长的标本随机选出后,在称量体重、体长的同时剖开颅骨底面的听囊,取出耳石。年龄鉴定,是将耳石磨薄用松香粘封于载玻片上,用台式投影仪放大50倍观测。以耳石图像上与夏轮带圈相间排列的暗黑的冬轮带圈的外缘做为年轮的标志⁽²⁾来计测轮距和年龄(图1)。

生长情况,是用统计计算出的各龄耳石(半径,下同)平均长度,代入耳石长与体长的相关公式,逆算得出各龄鱼的平均体长,再用体长体重相关公式推算出各龄鱼的平均体重,然后计算出各龄间的相对增长率、生长指标和生长比速。

食性观测,是解剖新鲜标本称量胃纳物的当场湿重,同时鉴定出食物的种类。少量幼鱼是经5%甲醛液固定后解剖观察的。食性特点和摄食强度变化,分别以摄食个体和空胃个体的出现率、平均胃饱满总指数、肠管充塞度及各种食物的出现频率和组成比例来表示。

生殖洄游的时间规律,是以连续七年采捕过程中的现场记录与解剖称量和性腺发育相关的各类数据为依据,归纳得出。行生殖洄游群体江鳕的产卵期,是在鉴别对比性腺不同发育期差异和特点的基础上,以出现即产(性腺处V期状态)和刚产毕(VI期)个体相混合或两者交互重迭的时间段为标志划出的。

其余如怀卵量计算等,均用鱼类学研究常规办法进行。

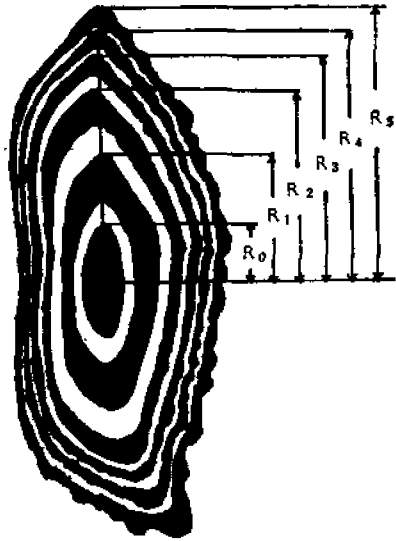


图1 江鳕耳石年轮示意图
(透射光图像)

Fig.1 Sketch map of the earbone annual ring of Burbots
(Image of transmission ray)
 $R_0 \sim R_5$ ——0~5龄

结 果

一、年龄和生长

1. 渔获物年龄组成 根据各年随机取样积累的909尾江鳕标本的年龄资料统计,渔获物年龄组成为:0⁺龄组鱼32尾,占总数的3.5%;1⁺龄组106尾,占11.7%;2⁺龄组261尾,占28.7%;3⁺龄组335尾,占36.8%;4⁺龄组137尾,占15.1%;5⁺龄组37尾,占4.1%;6⁺龄组1尾,占0.1%。连续七年没捕到超过7龄的江鳕。

各龄组的平均体长和体重是:当年的0⁺龄鱼是14.9(9.8~19.5)厘米,27.2(7.5~50.5)克;1⁺龄鱼19.2(15.3~24.5)厘米,50.6(20.0~106.7)克;2⁺龄26.6(19.4~39.5)厘米,163.01(47.0~556.0)克;3⁺龄30.3(21.5~44.7)厘米,254.1(63.5~719.0)克;4⁺龄37.4(24.0~50.0)厘米,487.9(113.0~1,150)克;5⁺龄45.5(30.0~58.9)厘米,897.5(245.0~1,800)克;6⁺龄1尾,56.3厘米,1,625克。各龄江鳕体长分布如图2所示,可见体长分布随年龄的增加而增加。还可看出,牡丹江上游江鳕生长的一个生物学特性,是同龄组的鱼体长、体重变化范围较大,有重迭和交替邻近几个组的现象,高龄组体长或体重范围交迭更多。例如,5⁺龄组实测体长范围为30.0~58.9厘米,体重245.0~1,800克,

(2)经探查,江鳕鳞片小,环纹稠密不具切割,难以鉴别年轮;而其耳石却能明显反映出年龄和生长情况。从观测0⁺~6⁺龄系列标本耳石得知,耳石除中心核外,每年均由夏轮带圈和冬轮带圈构成一个年轮。而冬轮带圈恰于产卵时期形成,故可做为实足年龄(或年轮)的标志。

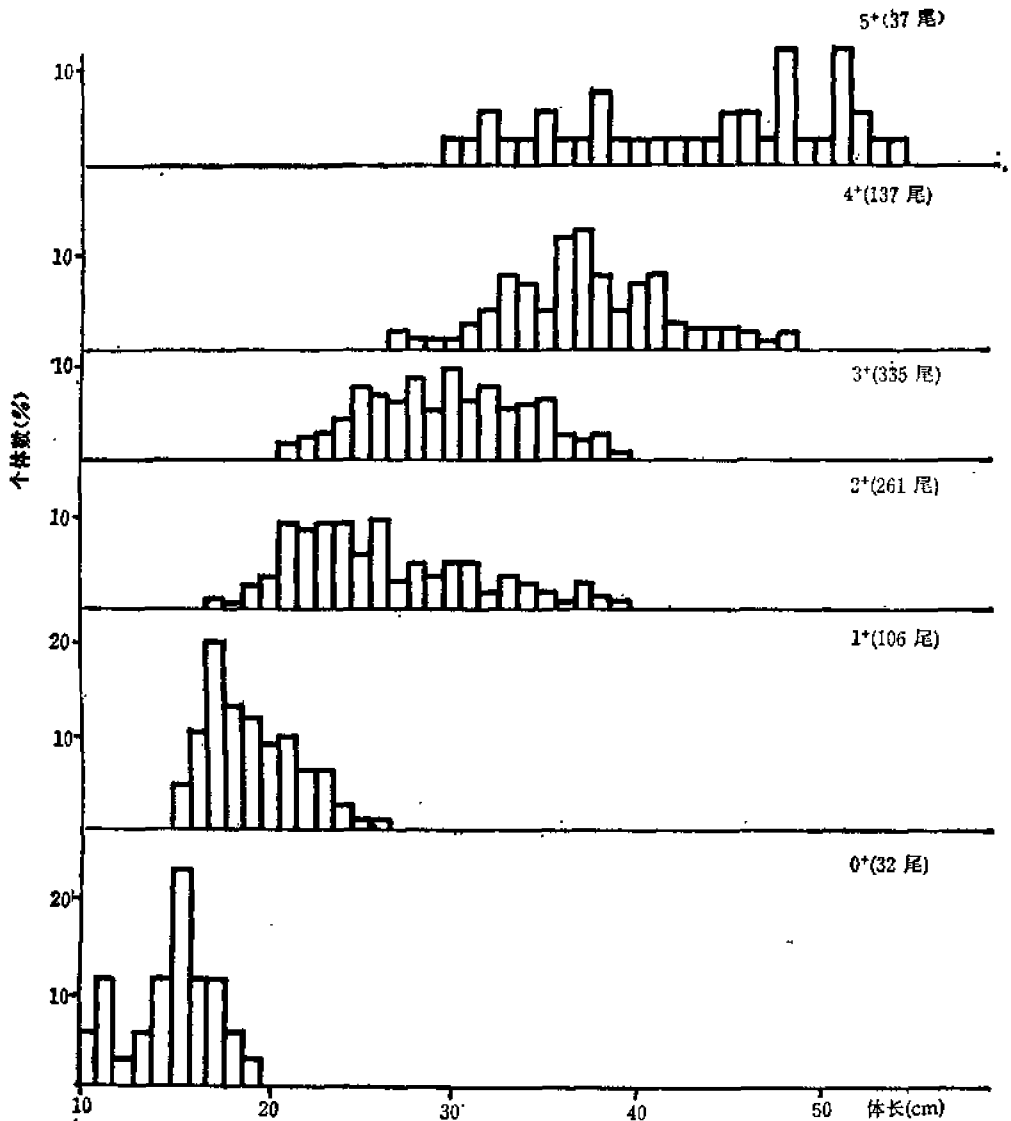


图2 江鳕各龄鱼的体长分布

Fig. 2 The body length distribution of different years old Burbots

两者均可跨 2⁺—6⁺ 龄 5 个龄组的范围。说明该江段江鳕高龄鱼生长景况不佳, 生长速度的参差程度较大。

2. 耳石长与体长的关系 以 203 尾江鳕的耳石长与相应实测体长做图, 得图 3。从图 3 看出江鳕体长与耳石长呈现直线回归关系, 可用 $L = a + bR$ 表示, 关系式为:

$$L = 0.9542 + 166.8599R \quad (r = 0.8655)$$

式中 R 为耳石半径长度(厘米), L 为体长(厘米), r 为相关系数。

根据对 0⁺ 龄至 5⁺ 龄共 200 尾江鳕耳石年轮的测定数据, 计算出的各龄江鳕耳石的平均长度(R 值)代入耳石长与体长回归公式, 计算出各龄组江鳕的逆算平均体长分别为: 1 龄(L_1) 15.35 厘米, 2 龄(L_2) 21.66 厘米, 3 龄(L_3) 26.63 厘米, 4 龄(L_4) 32.27 厘米, 5 龄

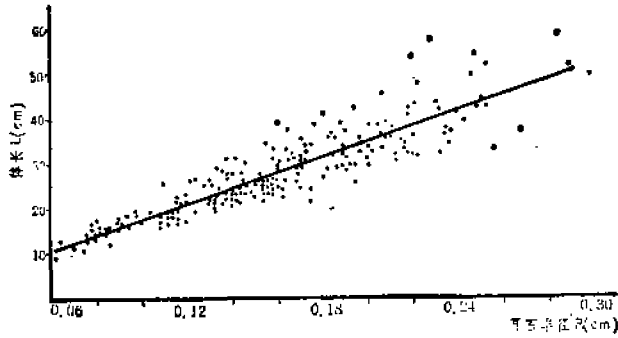


图3 江鳕耳石半径(R)与体长(L)的关系

Fig. 3 Relations between ear stone radius(R) and body length (L) of Burbot

(L_0) 38.15 厘米。这一逆算数值与标本实测各龄组的平均数值十分相近。原因之一是所用标本的大部分是于冬季其耳石年轮(冬轮带圈)形成时期捕获的, 就是说是标本采获时间与耳石年轮长足的时间相近所致。另一方面也证明了用耳石年轮计测年龄是科学可信的。

3. 体长与体重关系 点图分析得知, 江鳕体长与体重回归曲线为幂函数类型, 符合指数增长形式, 可用 $W = aL^b$ 表示。图 4 为 219 尾 0^+ ~ 5^+ 龄江鳕测量数据绘成的体长体重回归曲线, 据其计算的关系式为:

$$W = 3.6262 \cdot 10^{-08} L^{3.2175} \quad (r = 0.9803)$$

式中W为体重(克), L为体长(厘米)。根据回归方程将各龄鱼的逆算平均体长代入

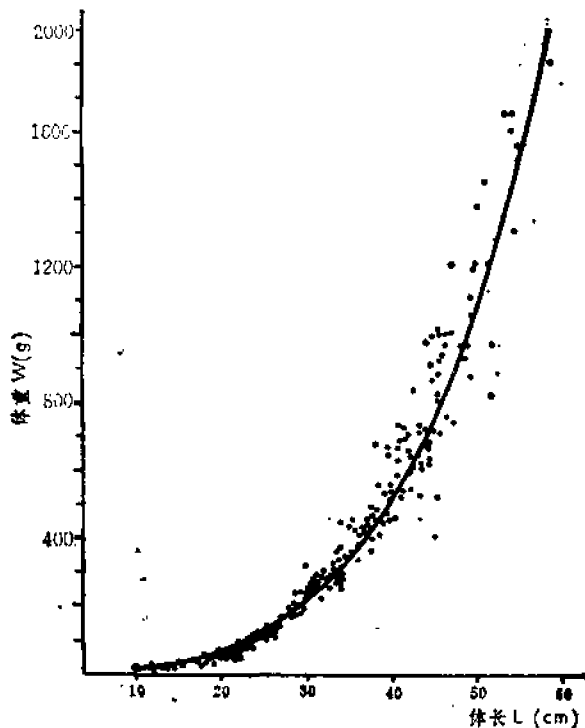


图4 江鳕体长与体重的关系

Fig. 4 Relation between body length (L) and weight (W) of Burbot

体长体重关系式,求得各龄鱼的平均体重为:1龄(W_1)23.75克,2龄(W_2)71.93克,3龄(W_3)139.82克,4龄(W_4)259.42克,5龄(W_5)444.53克。

4. 相对增长率和生长指标 根据上述江鳕各龄平均体长与平均体重的计算数值,察看江鳕各龄间增长情况,1龄鱼的增长情况为:

$$\text{体长的相对增长率} = \frac{L_2 - L_1}{L_1} \times 100 = 41.08\%$$

$$\text{体重的相对增长率} = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100 = 202.86\%$$

$$\text{生长指标} = \frac{\log L_2 - \log L_1}{0.4343} \times L_1 = 5.28$$

$$\text{体重的生长比速 } C_w = \frac{\log W_2 - \log W_1}{0.4343(t_2 - t_1)} = 1.11$$

计算结果汇列于表1。该水域江鳕绝大多数是3⁺龄性腺方发育到IV期,几达4足龄时方产卵,就是说性成熟年龄恰为4龄整。从表1可见,性成熟前后的增长情况明显不同。1至2龄,体长与体重的相对增长率、生长指标、体重的生长比速都明显大于其他各龄,增长最快。2至3龄与性腺发育到IV期的3至4龄间的增长情况相仿佛,第一次产卵后的4至5龄,各项增长指标均明显下降,即增长缓慢了。

表1 江鳕各龄耳石长、逆(推)算体长、体重和生长情况

Table 1 The earbone length, back-calculated body length and weight of Burbot and its growth situation

各龄耳石(半径)长度 项目	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5
数据个数(n)	200	192	160	95	39
平均值及标准误(厘米)($M \pm m$)	0.0863 \pm 0.0031	0.1241 \pm 0.0043	0.1559 \pm 0.002	0.1877 \pm 0.0031	0.2209 \pm 0.0068
标准差(S)	0.0443	0.0589	0.0263	0.0302	0.0393
逆算各龄体长(厘米)	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5
	15.35	21.66	26.63	32.27	38.15
体长相对增长率(%)	41.08	22.96	21.18	18.19	
生长指标	5.28	4.48	5.12	2.34	
推算各龄体重(克)	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5
	23.75	71.93	139.82	259.42	444.53
体重相对增长率(%)	202.86	94.38	85.54	71.36	
生长比速	1.11	0.66	0.62	0.54	

二、食 性

1. 摄食频率和摄食强度 表2汇集了408尾江鳕产卵前后的摄食数据,可见产卵群

表2 产卵期前后江鳊摄食频率和摄食强度的变化

Table 2 Changes in percentage of stomach with food and feeding intensity of Burbot during pre- and post-spawning time

月份	日期	测定尾数	摄食个体出现率(%)	空胃个体出现率(%)	平均胃饱满总指数	肠管充塞度各级百分比(%)					备注	
						0	I	II	III	IV		V
12月	1~5	36	91.7	8.8	364.58	11.1		5.6	13.9	27.8	41.6	洄游上溯期
	11~15	39	97.4	2.6	352.82	2.7		12.8	23.1	38.5	22.9	
	16~20	37	89.2	10.8	184.59	10.8		8.1	13.5	37.8	29.8	
	26~31	31	93.5	6.5	268.39	6.4		3.2	29.1	32.2	29.1	
1月	1~5	26	96.1	3.9	264.43	3.8	11.5	7.7	3.8	50	23.2	洄游上溯末期
	10~15	22	59.1	40.9	125.76	45.5	4.5	4.5	4.5	27.3	13.7	产卵活动开始
	16~20	35	45.7	54.3	92.91	40	2.9	8.6	11.4	17.1	20	产卵盛期
	21~25	130	72.2	27.8	135.54	19.2	3.8	10	18.5	36.9	11.6	产卵盛期及末期
3月	16~20	37	91.9	8.1	232.03			10.8	16.2	43.2	29.8	回降入湖后觅食育肥期
	25~31	15	100	0	664.31			13.3	13.3	20	53.4	

注: 胃饱满总指数 = $\frac{\text{胃内食物团重(克)}}{\text{该鱼体重(克)}} \times 10,000$; 肠管充塞度按 Лебедев 0~5 级标准划分。

体的摄食频率和摄食强度在生殖洄游过程中有明显变化。12月初至1月初处在溯江洄游或产前阶段的169尾江鳊中,摄食个体的出现率为87.5~97.4%;空胃个体的出现率为3.9~12.5%;平均胃饱满总指数为184.59~364.58;肠管充塞度以IV、V两级占优势。处在产卵时期1月中、下旬的187尾江鳊样品中,摄食个体的出现率显著地下降为45.7~72.2%;空胃个体出现率则大幅度上升,为27.8~54.3%;胃饱满总指数则极显著地成倍数下降,肠管充塞度0和I级比率增多,V级明显减少。相比之下,产卵过后约两个月,3月中、下旬在镜泊湖湖口附近捕获的52尾江鳊中,摄食个体出现率达91.9~100%;空胃率最低仅为0~8.1%;胃饱满总指数出现了最高值232.03~664.31;肠管充塞度0级I级不见了,V级的比率出现了最高值。说明3月中、下旬完成生殖洄游、降河返回大湖的江鳊,正处于摄食旺盛的育肥阶段。

现场解剖亦明显可见,江鳊在生殖洄游过程中,是边上溯边觅食,仅在临产和产卵的短时间内停止摄食,产毕又立即大量进食。有资料记载江鳊于夏季几乎不捕食,由于缺乏夏季从镜泊湖捕出的江鳊成鱼标本,本文对此难以全面谈及。1982年6月30日我们于牡丹江支流珠尔多河源头冷凉山溪中采捕到29尾江鳊,其中的27尾0⁺—1⁺龄幼鱼,胃内均盛装食物(几均为水生昆虫),摄食率是100%。2尾成体江鳊(体长体重分别为:35.5厘米,314克;36.2厘米,306克),一尾胃中有一具东北螭蛄残骸,另一尾胃空。

2. 食物种类及食性转变 表3为1983至1986历年冬季于江的干流及镜泊湖口附近采捕的286尾1⁺~5⁺龄江鳊胃纳物鉴定分析统计表。可见1⁺龄江鳊的食性与2⁺~5⁺龄鱼明显有别。2⁺龄以上的江鳊胃中不出现水生昆虫,而1⁺龄江鳊食物中则以水生昆虫襃翅目Plecoptera石蝇科Perlidae的石蝇Perla稚虫为主要食物,其出现率达64.1%,

食物个数百分比达 88.2%，双翅目 Diptera 蚊科 Culicidae 的幽蚊 *Chaoborus* 幼虫仅发现一次，出现频率仅 1.6%，幼小鱼类出现频率以麦穗鱼、蛇鮈和黄鲮鱼为多(17.2%~9.4%)。1981年9月4日于支流黄泥河采捕的 44 尾 0⁺龄幼江鳊，有 41 尾胃中充满石蝇稚虫，出现频率为 93.2%，4 尾胃中有幼小蝌蚪，出现频率为 9.1%，仅 1 尾胃中出现幼小犬首鮈，出现频率为 2.3%。1982年6月30日于支流珠尔多河采捕的 25 尾 1⁺龄幼江鳊，全数胃纳物中几乎均为清一色的石蝇稚虫，出现频率为 100%，仅 1 尾江鳊胃中混掺一幼小蝌蚪。表 3 所列 64 尾 1⁺龄江鳊，是于江的干流上冬季采捕的，均已接近实足 2 龄，与上述支流中 0⁺龄和 1⁺龄幼江鳊相比，其胃纳物中石蝇稚虫的出现频率明显下降，而幼小鱼类却有上升，说明这个龄期的江鳊正处食性转变时期。也就是说，牡丹江上游江鳊的食性转变期恰在 2 足龄时，2 龄前以石蝇稚虫为主的水生昆虫或底栖动物为食，2 龄后则以捕食别种小型鱼类为主。

从表 3 可见，2⁺~5⁺龄江鳊的食物种类组成彼此类似，共出现鱼类 18 种。出现率较高的种类有鲮鱼(*Rhodeus sericeus* 及 *Acanthorhodeus macropterus*)、黄鲮鱼(*Hypseleotris swinhonis*)、麦穗鱼(*Pseudorasbora parva*)、鲫鱼(*Carassius auratus*)、犬首鮈(*Gobio gobio*)、蛇鮈(*Saurogobio dabryi*)、细鳞斜颌鲮(*Plagiognathops microlepis*)、棒花鱼(*Abbottina rivularis*)、颌须鮈(*Gnathopogon chankansis* 及 *G. mantschuricus*)、鳌条(*Hemiculter leucisculus*)等十来种。这些鱼(或其幼鱼)，特别是江鳊胃纳物中出现频率和种类组成百分比比较高的前 5 种鱼，恰恰是冬季活动(栖居)于该江段的优势种。除了鱼类之外，出现较多的是甲壳动物 Crustacea 中十足目 Decapoda 鳌虾科 Astacidae 的东北蝲蛄(*Cambaroides dauricus*)，且以其幼小个体为多。蛙(*Rana temporaria*)及七鳃鳗(*Lampetra morii*)仅偶尔出现，胃内的树皮块和小石粒很可能是携拐误吞的。

“江鳊稚鱼也是大江鳊的一种主要食物”^[14]，有的报道是带有讨论性的^[11]。在我们七年来所捕获的 1,800 余尾江鳊标本中，剖胃察看食物的个体近千尾，仅于 1984 年 1 月 23 日捕获的一尾江鳊(标本号 8401206)胃中发现一具被吞食的体长 13.2 厘米的幼江鳊。该鱼体长 51.8 厘米，体重 813.5 克。雌性，5⁺龄，起捕时卵巢紫红色，卵粒已排空，说明该鱼是经过临产和产卵期间的停食，刚刚产卵完毕正处饥饿状态时摄食的，胃内除这条幼江鳊外，还有一只被吞食的幼蛙，没有其他鱼类。在我们采捕江鳊标本的过程中，很多次是成体大江鳊和幼体江鳊在同一场地一起混合捕获的，发现自残现象仅上述一次。所以我们认为，牡丹江上游的江鳊有极大可能是在饥饿许久又捕不到其他鱼类时才残食同类。

三、繁 殖

1. 生殖洄游群体结构 在连续七年于江鳊洄游途中或产卵场附近捕获的 1,734 尾标本中，性腺成熟行生殖洄游和产卵活动者共 1,058 尾，占渔获物总数的 61.5%。性腺发育仅为 II 期，未达性成熟但与性成熟个体同时混合被截捕的共 666 尾，占渔获总数的 38.4%。即有近 40% 性腺未成熟的 1⁺—2⁺龄幼鱼与性成熟江鳊群体同一时间、同一路线、甚至混群行溯江洄游活动。在性成熟的产卵群体中，以 3⁺龄为主体的初次产卵的补充群体约占产卵群体的 66.5%，由 4⁺~6⁺龄构成的剩余群体约占 33.5%。其中 4⁺龄为 25.9%，5⁺龄陡降至 7.3%，6⁺龄仅占 0.2%。性成熟后的高龄鱼数量是逐龄锐减。

2. 性比、性成熟最低年龄和最小个体 在1,734尾标本中,雌性总数813尾,雄性921尾,雌雄性比为1:1.13。未达性成熟的666尾中,雌299、雄367,雌雄性比为1:1.22。性成熟的1,068尾中,雌514、雄554,性比为1:1.07。可见,不管从成幼还是从总体上看,雄性总是略占优势。

从镜泊湖溯入牡丹江上游的江鳕群体,一般雌雄均3⁺龄体长30厘米左右达性成熟;但少数个体2⁺龄即达性成熟。所获标本中,性成熟的最小个体,雄鱼为8701119号,2⁺龄,体长16.2厘米,体重28克,精巢重仅4克,处V期状态,成熟系数为18.2%⁽³⁾;雌性性成熟最小个体是8301024号,3⁺龄,体长21.5厘米,体重76.5克,卵巢重8.4克,成熟系数16.4%。

3. 个体怀卵量与卵径 共选择了2⁺—6⁺龄51尾卵巢发育处IV期末或V期的雌鱼,计算了个体绝对怀卵量。点图分析表明,江鳕的个体绝对怀卵量与其体长的回归曲线属幂函数类型,关系式为:

$$\hat{N} = 15.5778L^{2.7379} \quad (r = 0.8558)$$

个体绝对怀卵量与总体重间呈现直线回归关系,关系式为:

$$\hat{N} = 4145.536 + 596.7289W \quad (r = 0.8929)$$

式中 \hat{N} 为个体绝对怀卵量(粒),L为体长(厘米),W为总体重(克)。

对3⁺~5⁺龄38尾雌体进行统计计算,3⁺龄江鳕个体绝对怀卵量的平均数($M \pm m$)为329,383 ± 39,882粒($\sigma = 178,360$)⁽⁴⁾;4⁺龄为449,458 ± 58,476粒($\sigma = 184,910$);5⁺龄为765,057 ± 88,902粒($\sigma = 251,454$)。对江鳕个体绝对怀卵量进行龄间差异显著性检验(t检验)得知,江鳕的个体绝对怀卵量是依其体长、体重的大小而变化,由于其体长、体重龄间交错重叠较大,加之个体绝对怀卵量本身的变幅又较大,所以彼此毗邻的龄间差异,一般不是很显著的。

选取了23尾卵巢处V期状态江鳕的部分卵粒,经3%甲醛液稍固定后,于双筒解剖显微镜下测量了卵粒直径。其变幅为0.62~0.92毫米,平均0.73毫米,与贝加尔湖江鳕卵粒产出前卵径为0.75~0.92毫米^[10]相似。

4. 洄游习性、产卵期和产卵类型 栖居于镜泊湖的江鳕,10月底11月初江水封冻之前即有少量个体上溯入江,江面封冰后,便于水底大批上溯奔寻产卵场,直至12月底乃至1月初。从拦江箔旋截捕情况看,该鱼是夜间活动,以无月光的前半夜活动最积极,后半夜次之。12月中旬为其上溯高峰期,1月上旬大体上溯完毕。图5为1981~1987年历年12月初至1月底采捕积累的共1,477尾标本鱼的性腺发育情况。可见自12月初至1月上旬,上溯的性成熟江鳕的数量是由多到少。这段时间雌鱼和雄鱼的性腺均处成熟的IV期阶段。V期(即产)个体,雄鱼最早的出现时间是1月9日(1983年),V期雌鱼最早的出现时间和VI期(刚产毕)的最早出现时间同为1月12日(1985,1987)。1月15日至1月25日可成批量地捕到V期和VI期相混杂的江鳕。1月25日之后,无论在产卵场附近还是在洄游通道上,该江段截捕江鳕的几乎所有的箔旋,鱼产量均骤然迭降,甚至

(3) 本文成熟系数采用了空壳重,即成熟系数(%) = $\frac{\text{性腺重}}{\text{空壳重}} \times 100$ 。

(4) M—平均数, m—平均数误差, σ —标准差。

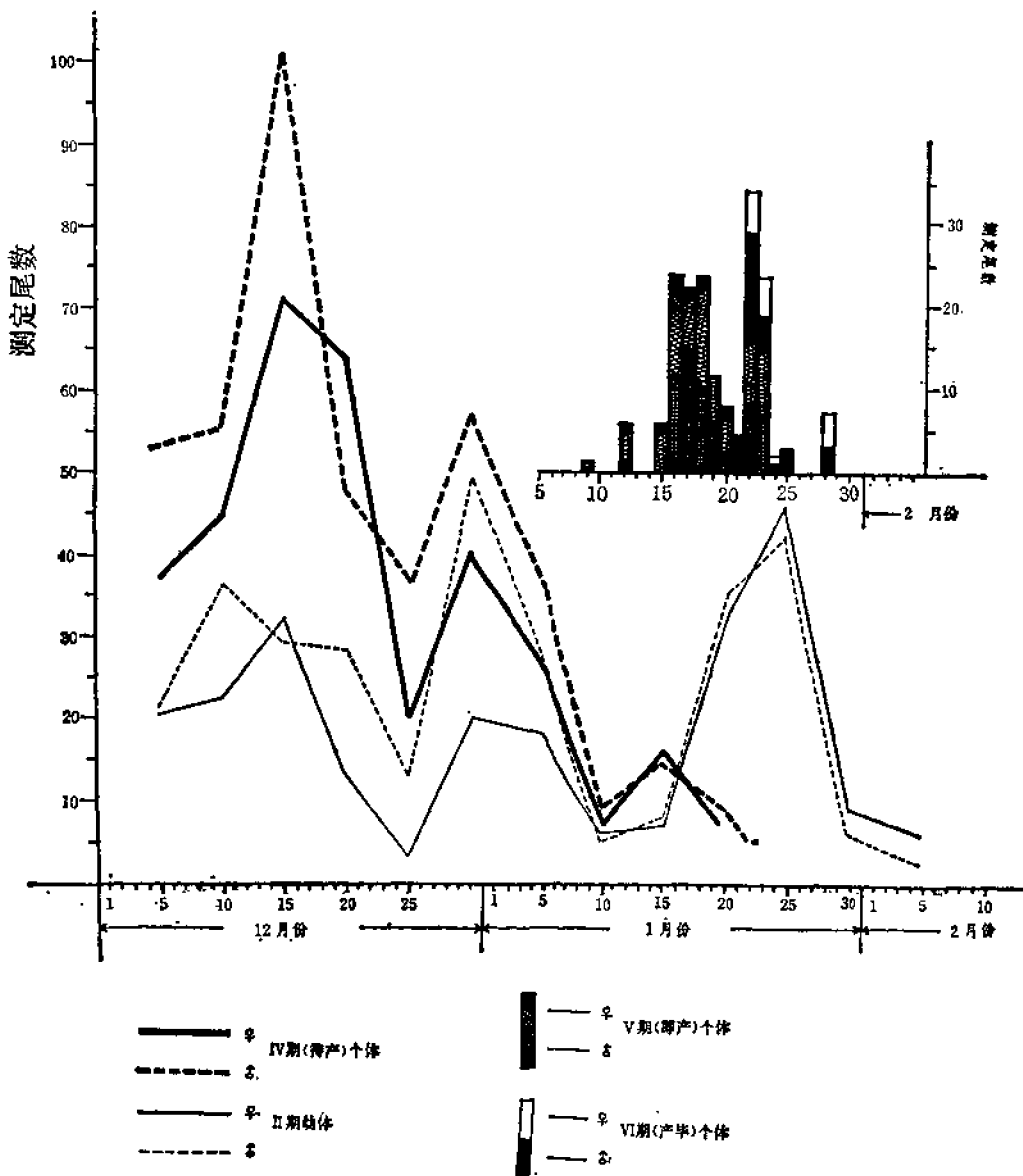


图5 1981~1987年于距镜泊湖入口50公里的牡丹江上游江段采捕冬季洄游(生殖洄游)江鳕不同性腺发育期的数量分布

Fig. 5 Distributive figure of individual number in different stages of the gonad development of Burbot, in winter migration (breeding migration) collected from 1981 to 1987 in the upper reaches of Mudan R. (50km up to the entrance to the L. Jingbo)

及零,说明此时江鳕已产卵完毕,群体已分散歇息江中,不再做上溯期或产卵时那种聚群性游动了。其后,自1月底至3月中旬,于该江段仅能零星捕到数量很少的产毕个体、幼体及体型较小的性腺仍处IV期或V、VI期(刚产毕)状态的江鳕。3月中、下旬在镜泊湖入口附近的冰下拉网中,可捕到降河回湖性腺处于VI~II期状态的江鳕。

用 V 期和 VI 期个体同期混杂或交互重叠出现的时间段,做为划定产卵期的确切标志分析图 5,可见该江段从镜泊湖溯上的江鳊群体产卵期极明显地集中在 1 月 12 日至 1 月 25 日这一期间,即当地最低气温降至 -30°C 左右最酷寒的“三九”及“四九”时节。产卵盛期在 1 月 15 日至 25 日,就是 1 月中旬后半旬和下旬前半旬这 10 天期间。

1 月底至 3 月中旬历年所获零散出现的性腺处于 IV、V、VI 期的小型个体,其中雄鱼 13 尾,平均体长 25.2 厘米,雌鱼 23 尾,平均体长 28.2 厘米,均小于该水域江鳊初次性成熟的体长⁽⁵⁾;说明这些产卵活动不规则者几均为初次性成熟个体,它们或因性腺发育与产卵群体不同步,或仍和幼体江鳊混群洄游,致使产卵活动零星分散参差不齐地向后拖延;有的个体甚至一直不能产出,有的即使产出,特别是进入 3 月份方产的个体,因江水环境即将变化(3 月下旬江的上端和各支流的冰雪溶化浊水即可冲下),胚胎或仔鱼也难以正常发育。所以,这种性成熟不规则者的产卵日期,不能和行正常生殖洄游产卵群体的正常产卵期相提并论。

连续七冬于江鳊产卵期共捕获雌性 V 期即产个体 77 尾,VI 期刚产毕个体 44 尾。从解剖卵巢情况看,产前卵粒于卵巢各部位发育整齐,成熟卵粒或没产或一下子产空,产卵无分批次现象。所获 70 尾 V 期雄性个体中,有 1/3 左右的精巢呈现出精液已部分排出的现象,不是一下子全产空;这种现象与苏联“江鳊属一次性产卵的鱼类,而雄鱼排精在产卵期的时期内却分批次(Дрягив,1948)”^[17]的报道相同。

固定 IV 期末的卵巢和精巢,于北京大学生物系做切片观察。镜检可见,位于卵巢前、中、后段或里、外层的卵粒,均为同步一致发育的成熟卵粒,不见正在发育的卵母细胞,成熟精子于精巢中的情况亦类同。这种结果亦证明江鳊属一次性产卵类型的鱼类。

上述江鳊产卵期和产卵类型的观察结论,与国内文献资料上产卵期为 12 月到次年 2 月,11 月到翌年 3 月,卵分批排出^[1,4,8,11,15-18,20]等记述明显有别。11 月到翌年 3 月对该江段江鳊而言,是溯江开始直至产卵完毕又降回大湖的整个生殖洄游时间。

对江鳊产卵场没做专题调查,从捕到江鳊产卵群体的地段分析,产卵场多在河岸为悬崖、河底多石的“汀”中,冰下水深 1~3 米不等。产卵时节于产卵场附近测得的水温多稳定在 0.2°C ,有时降至 0.1°C 。此与国内水温接近 0°C 时产卵的报道相符。于距镜泊湖 30 公里处江鳊产卵场附近,测定了江鳊产卵时期江水的溶解氧,在冰下水深 1.5 米时,冰下流水上层与下层的溶解氧含量分别为 10.0~9.2 毫克/升。

参 考 文 献

- [1] 王岐山等, 1959. 松花江鱼类初步调查. 吉林师范大学学报, (1):86—87.
- [2] 中国科学院动物研究所等, 1978. 新疆鱼类志, 51—52. 新疆人民出版社.
- [3] 尼科斯基, Г. В. (高岫译), 1960. 黑龙江流域鱼类, 391—393. 科学出版社.
- [4] 丘古诺娃, Н. И. (刘建康、陈佩薰译), 1960. 鱼类年龄和生长的研究方法, 80—84. 科学出版社.
- [5] 米海依留克, А. И. (张海明译), 1986. 应用统计概率研究鱼类的性成熟与其体长关系. 水利渔业, (5) 53—55.
- [6] 任慕莲, 1981. 黑龙江鱼类, 177—178. 黑龙江人民出版社.

(5) 应用米列拉—捷因切拉(Миллера-Тейхтера)统计法(А. И. Миллер, 1985)^[15], 对 1,608 尾江鳊标本进行统计计算,得出该江段江鳊初次性成熟的体长,雌鱼为 29.7 厘米($\bar{x}=10$),雄鱼为 29.8 厘米($\bar{x}=11.5$)。

- [7] 成庆泰等, 1987. 中国鱼类系统检索, 296. 科学出版社.
- [8] 伍献文等, 1964. 中国经济动物志——淡水鱼类, 135—136. 科学出版社.
- [9] 李思忠, 1981. 中国淡水鱼类的分布区划, 32—44. 科学出版社.
- [10] 青海省生物研究所, 1975. 青海湖地区的鱼类区系和青海湖裸鲤的生物学, 27—35, 37—45. 科学出版社.
- [11] 施白南、高岫, 1958. 在松花湖内采到的江鳕. 生物学通报, (1):7—10.
- [12] 黄海水产研究所, 1981. 海洋水产资源调查手册(第二版), 7—39, 119—131. 上海科学技术出版社.
- [13] 廖国璋等, 1986. 珠江卷口鱼年龄生长食性和繁殖的研究. 水产学报, 10(1):71—85.
- [14] Morrow, J. E., 1980. *The Freshwater Fishes of Alaska*, 181—184. Alaska Northwest Publishing Company. Anchorage.
- [15] Андрияшев, А. П., 1954. *Рыбы северных морей СССР*, 148—150. Издательство Академии Наук СССР. Москва.
- [16] Берг, Л. С., 1949. *Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран*, Часть 3, 943—948. Издательство Академии Наук СССР. Москва.
- [17] Берг, Л. С. и др., 1949. *Промысловые рыбы СССР*, 459—497. Пищепромиздат.
- [18] Световидов, А. Н., 1948. *Фауна СССР рыбы*, Том IX, вып. 4, 113—121. Издательство Академии Наук СССР. Москва.
- [19] Сорокин, В. П., 1976. *Налим озера Байкал*. 28—62. Издательство «Наука» Сибирского отделения. Новосибирск.
- [20] Никольский, Г. В., 1954. *Частная Иктиология*, 308. Государственное издательство «Советская наука». Москва.

AGE, GROWTH, FEEDING HABITS AND REPRODUCTION OF THE BURBOTS *LOTA LOTA* IN THE UPPER REACHES OF THE MUDAN RIVER INCLUDING LAKE JINGBO, CHINA

Yang Shuxun, Li Dongkui, Yang Yuzhuang, Du Lijun

Zheng Wei and Yao Ligang

(Fish Station, Yanbian Korean Autonomous Prefecture, Jilin Province)

ABSTRACT This paper deals with the data of 1,800 Burbots (*Lota lota*) specimens continuously collected from 1981 to 1987. Age composition, feeding habits and reproduction of the Burbots were studied. The composition in age of Burbots in the upper reaches of the Mudan River was 0⁺—6⁺. The relation between body length and the radius of earstone is described by the equation: $L = 0.9542 + 166.8599R$ ($r = 0.8655$). The length-weight relation of the burbotts is computed from the equation: $W = 3.6262 \cdot 10^{-08} L^{3.2175}$ ($r = 0.9803$). The fastest growth rate of the fish is at 1—2 years old. Maturing and spawning begins at 3⁺—4 years old. The growth rate reduces after maturation. Burbotts still take food while upstream reproductive migration. But feeding suspends during spawning. The peak of feeding and fattening is after spawning and downstream migration. The principal food of young Burbotts 0⁺—1⁺ years old is naiad of stonfly, plecoptera, the diet changes in 2 years old and the

下接第 58 页 (continued on page 58)

STUDIES ON THE KARYOTYPES OF THREE FRESHWATER FISHES (*COREOSINIPERCA ROUIEI*, *SARCOCHEILICHTHYS NIGRIPINNIS NIGRIPINNIS* AND *ODONTOBUTIS OBSCURUS*)

Zhang Kejian

(Shanghai Fisheries University)

ABSTRACT The karyotypes of three freshwater fishes were studied. The chromosomes prepared from kidney cells after PHA injection in vivo and colchicine treatment in vitro or the chromosomes prepared from cultured peripheral blood lymphocytes. The diploid chromosome number of *Coreosiniperca rouiei* is 46. The karyotype formula of *C. rouiei* is $2n = 2sm + 8sm + 36t$, in which there is no metacentric chromosome pairs. The chromosomes were decreased gradually in size from the largest to the smallest. The diploid chromosome number of *sarcocheilichthys nigripinnis nigripinnis* is 50, including 11 metacentric chromosome pairs, 10 submetacentric chromosome pairs and 4 telocentric chromosome pairs. First chromosome pairs is a rather conspicuously large metacentric chromosome pair. The diploid chromosome number of *Odontobutis obscurus* is 44. They are all telocentric chromosomes. According to their length, 44 chromosomes are tentatively classified into four classes by using Fisher-yates test. The results obtained from these studies indicate that all of 3 fishes have no visible evidence of satellites and heteromorphous chromosomes.

KEYWORDS *Coreosiniperca rouiei*, *Sarcocheilichthys nigripinnis nigripinnis*, *Odontobutis obscurus*, karyotype

上接第16页(continued from page 16)

principal food is other small fishes. Regression equations were developed for fecundity VS body length and body weight respectively as follows: $\hat{N} = 15.5778L^{2.7270}$ ($r = 0.8588$) and $\hat{N} = 4145.536 + 596.7289W$ ($r = 0.8929$).

The migrating habit of burbot in this River section was narrated. The spawning period was concentrated on January 12—25. But some first matured young fish may delay to February even the first ten days of March. It is revealed that the spawning type of burbot belong to ovulating only once. Those the former reports about spawning in batches and spawning period from November to next year March are all invalid.

KEYWORDS Burbot (*Lota lota*), the upper reaches of Mudan River, Jingbo Lake, age, growth, feeding habits, reproduction