

蛤蟆通水库鱼类组成和鲢、鳙生长规律的研究

夏重志 姜作发 董崇智 赵春刚

(中国水产科学研究院黑龙江水产研究所, 哈尔滨 150070)

摘 要 蛤蟆通水库的鱼类区系组成现有鱼类9科26种, 其中鲤科鱼类占62%。实行人工放养后鲢、鳙占优势, 年产量占总渔获量的80%以上。鲢、鳙的体长(L)与体重(W)相关关系式分别为 $\text{Log}w_H = 2.9658 \text{Log}L - 1.6788$ 、 $\text{Log}w_A = 3.1254 \text{Log}L - 1.9245$ 。同时应用 von Bertalanffy 生长方程^[2] 计算鲢、鳙的生长参数为: $L_{\infty(H)} = 136.5 \text{cm}$, $L_{\infty(A)} = 161.9 \text{cm}$; $W_{\infty(H)} = 45034 \text{g}$, $W_{\infty(A)} = 95240 \text{g}$; $K_{(H)} = 0.0969$, $K_{(A)} = 0.0802$; $t_{0(H)} = -0.1336$, $t_{0(A)} = -0.2293$ 。生长拐点处的体重分别是 $13336 \text{g}(0.296W_{\infty(H)})$ 和 $28324 \text{g}(0.30W_{\infty(A)})$ 。

关键词 鱼类组成, 鲢, 鳙, 生长规律, 蛤蟆通水库

蛤蟆通水库地处黑龙江省宝清县东部, 位于北纬 $46^{\circ}20'$, 东经 $132^{\circ}53'$ 。1979 年竣工, 是一座集农业灌溉, 调蓄防洪, 发电、养鱼和旅游等综合效益于一体的大型丘陵水库。控制流域面积为 505km^2 , 总库容 $1.68 \times 10^8 \text{m}^3$, 兴利库容 $7.8 \times 10^7 \text{m}^3$, 死库容 $2.55 \times 10^7 \text{m}^3$, 年径流量 $9.7 \times 10^7 \text{m}^3$, 正常水位 86m, 可养鱼水面 1253ha , 最大水深 13.5m, 平均水深 5m。属大陆性季风气候, 年平均气温 2.3°C , 最高 24°C , 无霜期平均 123 天。年平均降雨量 566.5mm, 蒸发量 1152mm。水温偏低, $\geq 15^{\circ}\text{C}$ 仅有 127 天。水质矿化度 77.8mg/l , pH 值 7.3, 溶解氧平均 7.83mg/l , 总硬度为 $1.69 \sim 2.43$ 德国度, 属于碳酸盐钙组一型水^[8]。饵料生物丰富, 浮游植物生物量为 7.687mg/l , 浮游动物生物量为 4.69mg/l , 底栖生物生物量为 17.4g/m^2 ^[6]。底质为草炭土, 冰封期长达 6 个月, 无工业污染, 属富营养型水库。我们于 1991 年~1995 年承担农业部下达的“冰封型湖泊开发综合技术研究”项目期间, 对冰封型水库的鱼类区系组成和主要经济鱼类的生长规律进行了研究。

1 材料与方法

所用的标本鱼, 一部分是用刺网捕获的, 另一部分取自该水库渔场定置网箱的渔获物。当即测量和称重, 并取背鳍下、侧线鳞上的背侧鳞作为年龄鉴定材料, 为确定第 1 年轮, 收集 1 龄鱼的鳞片作辅助材料对照。在进行年龄鉴定的同时, 测定年轮与全鳞片的半径, 然后根据鳞径测量值推算各龄的体长。应用 von Bertalanffy 方程来描述鲢、鳙的生长, 根据理论体

收稿日期: 1996-06-26。

长计算其生长指数。

2 研究结果

2.1 鱼类组成及主要种群的变动

根据 1991 年~1995 年调查结果,该水库鱼类计有 9 科 26 种,其中鲤科鱼类 16 种,占总数的 62%,其余各科仅 1~3 种(见附录)。这些鱼类中具有经济价值的近 10 种,如鲤、鲫、鲢、鳙、草鱼、乌鳢、鲇、狗鱼、东方欧鳊、餐条等。

实行人工放养后,该水库鱼类区系中占居优势的是鲢、鳙,其次是鲤。放养鱼类还有草鱼、青鱼、东方欧鳊,非放养鱼类有鲤、鲫、乌鳢、鲇、狗鱼和小型野杂鱼,其中凶猛鱼类有乌鳢、鲇、狗鱼,以乌鳢、鲇数量较多^[7],狗鱼数量很少。

该水库地处中温带大陆性季风气候区,年平均水温约 10℃,鱼类生长期在 5 个月左右。库区四周多为次生林和农田,外源营养物质的输入量大,库中饵料生物资源丰富,适合浮游生物食性鱼类生长。但是,该水库过去的鱼产量很低,而且在实行人工放养后的较长时间内鱼产量也不高,据统计 1976 年~1990 年的亩产量平均只有 5.6 公斤。究其原因,主要是向库区人工放养的鱼种规格小,存在严重的逃鱼现象,凶猛鱼类也有一定影响,以致造成该水库鱼类种群结构不合理,库中的饵料资源未能得到

充分和有效的利用。由于合理调整放养鱼类种群,培育和投放不同规格的鱼种,改进拦鱼设备,加强对凶猛鱼类种群的控制和采用有效的捕捞方法,使该水库鱼产量由 1991 年的 21.59 万公斤(亩产 11 公斤)上升到 1995 年的 45.3 万公斤(亩产 25.2 公斤),5 年中平均每年递增 23%。根据渔获物统计(见表 1),放养鱼类的产量占总鱼产量的 80%~90%,而非放养鱼类仅占 10%~20%。鲢、鳙在渔获物中占的比例高达 82% 以上。但由于近年来鲢、鳙放养量调整,渔获物中这两种鱼所占的百分数有一定的波动。鲤、鲫占总渔获量的比例在 9.8%~19.8%,后 2 年稳定在 19% 左右。凶猛鱼类乌鳢、鲇具有一定数量,占总渔获量的 0.09%~0.39%,狗鱼已不能形成产量。由于凶猛鱼类的存在,小型野杂鱼的渔获量很低,占总渔获量的 0.01%~0.9%(见表 1)。

2.2 鲢、鳙鱼的年龄与生长

2.2.1 年龄组成 年龄组成的变动反映了渔业生产周期和捕捞强度的变化。蛤蟆通水库 1991~1995 年的渔获物统计结果表明,随着鱼产量的增长,鲢、鳙种群中高龄鱼减少,而低龄鱼相应增加(见图 1)。从图 1 中看出 1991~1992 年鲢 3 龄和 4 龄占渔获物的 70%,1993~1995 年 3、4 龄占 80% 以上,而 5 龄的个体所占比例很小。鳙的年龄组成与鲢相近。1991 年渔获物中鳙 3、4 龄鱼占 68%,1992 年占 77%,1993~1995 年平均占 88%。可见,在该水库中 3 龄的鲢、鳙已成为渔获物的主体。这与水库增产试验以捕捞 3 龄个体为主有关。

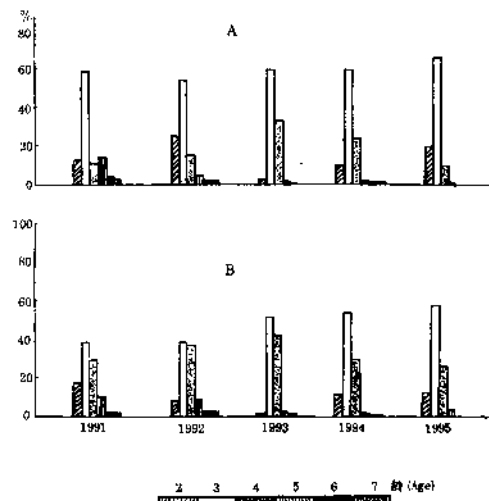


图 1 蛤蟆通水库鲢(A)、鳙(B)渔获物的年龄组成
Fig.1 Composition the ages of caught of silver carp (A) and bighead (B) in Hamatong reservoir

表 1 蛤蟆通水库渔获物组成
Table 1 Catching composition of Hamatong reservoir (%)

鱼类 Fishes	1991	1992	1993	1994	1995
放养鱼类 Stoking fish	79.99	84.09	90.00	79.98	79.86
鲢 Silver carp	51.34	49.00	50.00	40.06	39.45
鳙 Bighead	28.22	34.00	39.90	39.02	39.50
草鱼 Grass carp	0.23	0.20	0.10	0.10	0.10
鲤 Common carp	0.20	0.84	—	0.75	0.70
东方欧鳊 Abraimbrama orientalis	—	—	—	0.05	0.06
非放养鱼类 Not stoking fish	20.01	15.91	10.00	20.02	20.14
鲤 Common carp	19.00	14.90	9.00	19.00	19.02
鲫 Crucian carp	0.80	0.71	0.80	0.70	0.70
鲶 Catfish	0.08	0.19	0.05	0.21	0.20
乌鳢 Snake-head	0.02	0.10	0.04	0.10	0.09
狗鱼 Pike	—	—	—	—	—
杂鱼 Misceleneous fish	0.10	0.90	0.11	0.01	0.13

表 2 蛤蟆通水库鲢、鳙理论体长体重与退算体长体重的比较
Table 2 Comparison between the theory values and back-calculated values the boty length and body weight of Silver carp and bighead in Hamatong reservoir

鱼类 Fishes	项目 Items	体 长 Body length (cm)					r	体 重 Body weight (g)					r
		L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅		W ₁	W ₂	W ₃	W ₄	W ₅	
鲢 Silver carp	退算值 Back-calculated value	14.2	25.5	36.5	46.5	55.2	0.9995	55	311	901	1986	3072	0.9988
	理论值 Theory value	14.2	25.5	35.7	45.1	53.2		51	293	809	1619	2711	
鳙 Bighead	退算值 Back-calculated value	15.2	26.5	45.7	53.3	64.2	0.9938	59	334	1799	2994	5323	0.9964
	理论值 Theory value	15.2	26.5	36.9	46.6	55.5		79	418	1131	2267	3828	

2.2.2 体长体重关系 根据 1991~1995 年测量的鲢 364 尾, 鳙 512 尾的体长的实测数据, 按 $W = aL^b$ 公式计算, 得出体长体重关系式: $W_H = 0.02095L^{2.9658}$, $W_A = 0.0119L^{3.1254}$ 。

2.2.3 生长模式 鲢、鳙退算的相邻体长之间呈现直线相关(见图 2), 因此可用 von Bertalanffy 方程来描述其生长。按着表 2 中的鲢、鳙体长生长的平均数据, 采用图解拟合法估算 von Bertalanffy 方程中 L_∞ 、 K 和 t_0 三个参数值, 得出下列方程:

$$L_t = 136.5[1 - e^{-0.0969(t+0.1336)}] \quad (\text{鲢})$$

$$L_t = 161.9[1 - e^{-0.0802(t+0.2292)}] \quad (\text{鳙})$$

因为鲢、鳙的体长与体重回归方程中系数 b 的值接近于 3, 所以按鲢、鳙体长体重回归方程由 $L_{\infty(H)}$ 和 $L_{\infty(A)}$ 的值求得 $W_{\infty(H)}$ 、 $W_{\infty(A)}$ 的值分别为 45034g 和 95240g。故它们的体

重生长方程为:

$$W_t = 45034[1 - e^{-0.0969(t+0.1336)}]^3 \quad (\text{鲢})$$

$$W_t = 95240[1 - e^{-0.0802(t+0.2292)}]^3 \quad (\text{鳙})$$

根据上述方程所提供的各龄的理论值绘制成鲢、鳙的体长、体重生长曲线(见图 3)。由图 3 可以看出,鲢、鳙的体长生长曲线是一条渐近于极限长度(L_{∞})的抛物线,而体重生长曲线是一条渐近于极限重量(W_{∞})的不对称的 S 型曲线,它们的生长拐点处的体重分别为 13336g($0.296W_{\infty(H)}$)和 28324g($0.30W_{\infty(A)}$)。

表 3 蛤蟆通水库鲢、鳙的生长指数

Table 3 Growth data of silver carp and bighead in Hamatong reservoir

项目 Items 年 龄 Age	生长比速 Specific rate of growth		生长常数 Specific constant of growth		生长指标 Target of growth	
	鲢	鳙	鲢	鳙	鲢	鳙
	Silver carp	Bighead	Silver carp	Bighead	Silver carp	Bighead
1-2	0.5854	0.5558	0.8781	0.8337	8.3127	8.4492
2-3	0.3365	0.3311	0.8413	0.8278	8.5808	8.7742
3-4	0.2337	0.2334	0.8180	0.8169	8.3431	8.6125
4-5	0.1708	0.1748	0.7686	0.7866	7.7031	8.1457
5-6	0.1345	0.1378	0.7601	0.7579	7.3937	7.6479
6-7	0.1171	0.1192	0.7612	0.7748	7.1665	7.5930
7-8	0.0783	0.0938	0.5873	0.7035	5.3870	6.6786
8-9	0.0751	0.0798	0.6384	0.6783	5.5874	6.2404
9-10	0.0628	0.0673	0.5966	0.6395	5.0366	5.7003
10-11	0.0536	0.0589	0.5628	0.6185	4.5774	5.3363
11-12	0.0466	0.0517	0.5319	0.5946	4.1987	4.9684
12-13	0.0405	0.0445	0.5063	0.5563	3.8232	4.5034
13-14	0.0350	0.0408	0.4325	0.5508	3.4405	4.3166
14-15	0.0309	0.0357	0.4481	0.5177	3.1456	3.9341

该水库鲢、鳙的 von Bertalanffy 生长曲线显示早期生长很快,个体达到一定大小后生长开始减缓,并逐渐向极限大小逼近。其生长拐点分别为 11.2 和 13.5 龄,均落后于性成熟年龄。一般认为鱼类的生长拐点分为性成熟拐点和衰老拐点^[5],前者从性未成熟转入性成熟,后者则从强壮转入衰老期。该水库的鲢、鳙的生长拐点分别落后于性成熟年龄 4~5 年,应属于衰老拐点。

2.2.4 性成熟年龄 该水库中鲢、鳙性成熟年龄,鲢一般为 6~7 年,鳙为 8~9 年。冰封型水库鱼类生长期每年 5 个月左右,生长期平均水温为 19.56℃,达到性成熟需要的总热量鲢为 17604~20538 度日,鳙为 23472~26406 度日。

2.2.5 生长指数 该水库鲢、鳙生长指数见表 3。由表 3 看出,鲢 1~7 龄生长指标平均值为 7.9167,鳙为

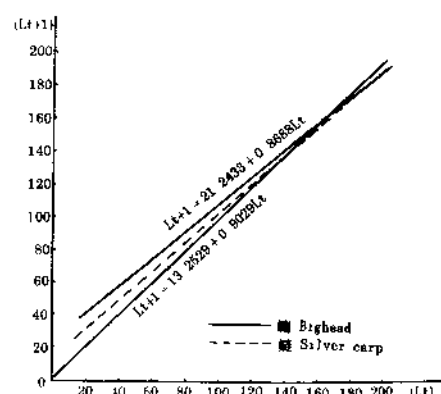


图 2 蛤蟆通水库鲢、鳙生长的 Walford 图
Fig.2 Fitting the von Bertalanffy growth equation to the silver carp and bighead data by the Walford graphic method

8.2036, 8 龄以后生长逐渐减慢。鲢 11 龄以后生长指标为 3.8371, 鳙 14 龄以后生长指标为 3.9341。可见, 鲢、鳙的生长指标 1~7 龄较高, 其后随着年龄的增长而下降, 下降梯度有逐渐增大的趋势。生长率随着年龄增长而下降, 下降梯度随年龄的增长而减小。

2.3 库区鱼类的分布与活动规律

蛤蟆通水库依其垂直分布有中上层鱼类、近底层鱼类和底层鱼类。中上层鱼类主要有鲢、鳙、餐条、东方欧鳊等; 近底层鱼类包括草鱼、乌鳢等; 底层鱼类是鲤、鲫、鲇等。中上层鱼类主要分布在敞水区, 活动范围较大; 而近底层和底层鱼类多分布在底栖生物比较丰富的沿岸带和近沿岸带。冰封型水库不同区域内的鱼群密度有着明显差异, 生长季节深水区的鱼群密度明显低于浅水区, 而冬季深水区密度高于浅水区。

该水库鱼类活动规律, 具有明显的季节性, 冬季潜入深水层越冬, 4 月下旬天气转暖, 冰雪融化, 沿岸带水温上升, 饵料生物开始繁殖生长, 各种鱼类便游向沿岸带摄食。水温升到 15℃ 以上, 鲤、鲫集群在沿岸带浅水区的草丛中产卵繁殖。随着水温继续升高, 水体中各种饵料生物迅速增殖, 鱼类活动的范围逐渐扩大, 按自然生活习性栖息于一定的水层。掌握鱼类的活动规律, 可以适时地进行冰下和明水期的捕捞。

3 讨论

3.1 冰封型水库的鱼类组成基本上与截成水库的原江河的鱼类组成相同, 但实行人工放养后主要种群发生变化。蛤蟆通水库实行人工放养后, 鲢、鳙是库区的主要种群, 占渔获量的 80% 以上。

3.2 鲢、鳙的性成熟年龄, 在不同自然环境条件下差异很大, 在珠江, 鲢的性成熟年龄为 3 龄^[2], 鳙为 4 龄^[4]; 在长江, 鲢为 4 龄, 鳙为 5 龄^[4]; 在该水库, 鲢、鳙的性成熟分别为 6 和 8 龄。从达到性成熟所需要的热量看, 该水库鲢、鳙达到性成熟所需要总热量分别为 17604~20538 度日和 23472~26406 度日。这与钟麟^[1]报道的不同地区的鲢性成熟大致需要 18000~20000 度日, 以及李思发^[4]报道的在上海和广东的鲢约需 20000 度日, 鳙约需 26000 度日基本一致。由此可见, 在性成熟年龄上, 鲢、鳙的不同种群间并无明显的遗传性差异, 起决定性作用的应是环境因子。

3.3 蛤蟆通水库的鲢、鳙的极限体长和体重的值较大, 说明具有良好的生长潜能, 滤食食性, 食物链短, 适合于冰封期长达 5~6 个月的水域养殖。目前冰封型大水面放养鲢、鳙多在

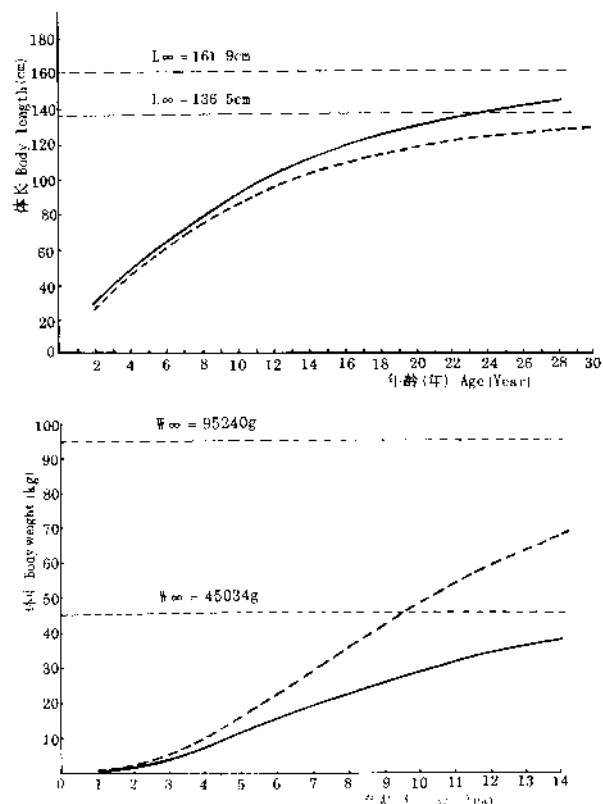


图3 蛤蟆通水库鲢、鳙体长、体重生长曲线

Fig.3 Growth curves of body length and weight of silver carp and Bighead in Hamatong reservoir

3 年回捕, 生长拐点出现前的生长优势尚未得到充分利用, 因此, 从渔业经营角度考虑, 适当提高鲢、鳙捕捞规格, 可以进一步提高水库的鱼产量。

参 考 文 献

- [1] 钟麟等, 1965。家鱼的生物学和人工繁殖, 17-30。科学出版社(北京)。
- [2] W. E. 里克(费鸿年等译), 1984。鱼类种群生物统计量的计算和解析, 153-163。科学出版社(北京)。
- [3] 张党民, 1985。黑龙江省渔业资源, 182-229。黑龙江朝鲜民族出版社(牡丹江)。
- [4] 李恩发等, 1990。长江、珠江水系鲢、鳙的性成熟速度及其遗传分析。水产学报, 14(3): 187-197。
- [5] 除永乐, 1990。西江鲮鱼年龄与生长研究。水产学报, 14(3): 198-204。
- [6] 姜作发等, 1994。水位变化对蛤蟆通水库浮游植物种群动态影响的研究。水产学杂志, 7(2): 48-54。
- [7] 夏重志等, 1995。蛤蟆通水库乌鳢的生物学及其渔业利用。淡水渔业, 25(4): 7-10。
- [8] 夏重志等, 1995。蛤蟆通水库渔业潜力及开发对策。黑龙江水产, (1): 36-41。

STUDIES ON FISH COMPOSITION AND GROWTH PATTERN OF SILVER CARP AND BIGHEAD IN HAMATONG RESERVOIR

Xia Zhongzhi Jiang Zuofa Dong Chongzhi Zhao Chungang

(Heilongjiang River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fisheries Science, Harbin 150070)

ABSTRACT The paper reports the composition of fishes and growth regularity of Silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) and Bighead (*Aristichthys nobilis*). There are twenty six fish specieses from nine families in the reservoir, among which belong to cyprinidae make up sixty two percent. After being artificial stocked, silver carp and bighead carp take up dominant position, about 80 % of the total fish production. The interrelative formula between the body length (L) and weight (W) of silver carp and bighead carp are $\text{Log } W_H = 2.9658 \text{Log } L - 1.6788$, $\text{Log } W_A = 3.1254 \text{Log } L - 1.9245$ respectively. Using von Bertalanffy growth formula to caculate growth parameter, the result is $L_{\infty(H)} = 136.5 \text{cm}$, $L_{\infty(A)} = 161.9 \text{cm}$; $W_{\infty(H)} = 45034 \text{g}$, $W_{\infty(A)} = 95240 \text{g}$; $K_{(H)} = 0.0969$, $K_{(A)} = 0.0802$; $t_{0(H)} = -0.1336$, $t_{0(A)} = -0.2293$. The weight at growth inflection point is respectively 13336g ($0.296 W_{\infty(H)}$) and 28324g ($0.30 W_{\infty(A)}$). The highest growth target is from one to seven ages.

KEY WORDS Fishes composition, Sive carp, Bighead, Growth regularity, Homatong reservoir

附录: 蛤蟆通水库的鱼类
The fishes catalogue of Hamatong reservoir

科 名 Family	亚科名 Subfamily	种 名 Species
七鳃鳗科 <i>Petromyzonidae</i>		雷氏七鳃鳗 <i>Lampetra reissneri</i>
狗鱼科 <i>Esocidae</i>		黑斑狗鱼 <i>Esox reicherti</i>
鲤科 <i>Cyprinidae</i>	雅罗鱼亚科 <i>Leuciscinae</i>	青鱼 <i>Mylopharyngodon piceus</i> 草鱼 <i>Ctenopharyngodon idellus</i> 湖鲂 <i>Phoxinus phoxinus</i> 东方欧鲃 <i>Abramis brama orientalis</i> 餐条 <i>Hemiculter leucisculus</i> 翘嘴红鲌 <i>Erythroculter ilishaeformis</i> 团头鲂 <i>Megalobrama omblycephala</i>
	鲃亚科 <i>Culterinae</i>	黑龙江鲌 <i>Rhodeus sericeus</i>
	鲂亚科 <i>Acheilognathinae</i>	麦穗鱼 <i>Pseudorasbora parva</i>
	鲃亚科 <i>Gobioninae</i>	东北黑鲌 <i>Sarcocheilichthys nigripinnis czerskii</i> 凌源鲌 <i>GobiLingyuanensis Mori</i> 棒花鱼 <i>Abbottina rivularis</i>
	鲤亚科 <i>Cyprininae</i>	鲤 <i>Cyprinus carpio haematopterus</i>
	鲮亚科 <i>Hypophthalmichthyinae</i>	银鲮 <i>Carassius auratus gibelio</i> 鲮 <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> 鳊 <i>Aristichthys nobilis</i>
	花鲈亚科 <i>Cobitinae</i>	黑龙江花鲈 <i>Cobitis lutheri</i> 黑龙江泥鳅 <i>Misgurnus mohoity</i> 北方泥鳅 <i>Misgurnus bipartitus</i>
		鲇科 <i>Siluridae</i>
		鲇 <i>Silurus asotus</i>
		鲢科 <i>Bagridae</i>
塘鳢科 <i>Eleotridae</i>		黄颡鱼 <i>Pelteobagrus fulvidraco</i>
塘鳢科 <i>Eleotridae</i>		葛氏鲈塘鳢 <i>Percottus glehni</i>
鲢科 <i>Channidae</i>		乌鲢 <i>Channa argus</i>
刺鱼科 <i>Gasterosteidae</i>		中华多刺鱼 <i>Pungitius sinensis</i>