

DOI: 10.3724/SP.J.1035.2012.01081

长江上游圆口铜鱼的食性分析

刘飞^{1,2} 但胜国¹ 王剑伟¹ 曹文宣¹

(1. 中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072; 2. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 2010年春季(4—5月)、夏季(8月)和秋季(10月)在长江上游合江江段采用三层流刺网以3h为间隔昼夜24h连续采集圆口铜鱼样本,对其食物组成、昼夜摄食节律及季节摄食节律等进行分析研究。结果显示圆口铜鱼的食谱较广,其食物种类包括软体动物、甲壳动物、鱼类、水生昆虫、寡毛类和植物碎片等,其中以淡水壳菜的相对优势度最高,说明圆口铜鱼是以肉食性为主的杂食性鱼类;平均饱满指数和平均堵塞度的昼夜变化显示其昼夜摄食节律在春季表现为白昼型,而在夏季和秋季为晨昏型。摄食率随季节变化逐渐降低,春季摄食率最高,达93.33%;秋季摄食率最低,仅为78.21%;堵塞度和饱满指数均表现出相似的季节变化,即春季摄食强度明显高于夏季和秋季,而夏秋两季之间差异不显著。

关键词: 圆口铜鱼; 食性; 食物组成; 昼夜摄食节律; 季节变化

中图分类号: Q959.46+8 文献标识码: A 文章编号: 1000-3207(2012)06-1081-06

圆口铜鱼[*Coreius guichenoti* (Sauvage et Dabry)]隶属于鲤科(Cyprinidae)、鲃亚科(Gotiongidae)、铜鱼属(*Coreius*),俗称水密子、肥沱、麻花等,广泛分布于金沙江下游、长江上游干流、嘉陵江中下游、沱江、岷江下游、乌江下游等水系,为长江上游江段的重要经济鱼类和优势特有鱼类^[1,2]。已有研究表明圆口铜鱼是一种产漂流性卵的河道洄游性鱼类,其产卵场仅分布于金沙江中下游以及雅砻江干流的下游^[3,4],但是随着金沙江干流以及雅砻江干流下游水电开发的逐步实施,其主要产卵场将大多数被淹没,难以满足其顺利产卵和孵化的条件,阻隔于向家坝下的群体能否形成新的产卵场尚难以预料。因此,其物种保护问题引起了广泛关注。突破圆口铜鱼的人工繁殖技术难关、建立人工种群、实现增殖放流被认为是一项积极的补救措施。自二十世纪七八十年代以来,国内学者已对圆口铜鱼进行了大量研究,包括年龄与生长^[4-7]、生殖与发育^[8,9]、生理生化^[10,11]、遗传多样性^[12]以及疾病防治等。在食性研究方面,黄琇等曾于20世纪80年代末对宜昌葛洲

坝下圆口铜鱼的食物组成和摄食强度进行过研究^[13],《长江鱼类》和《四川鱼类志》也对长江上游圆口铜鱼的食物组成进行过定性描述^[1,2],而关于长江上游圆口铜鱼食物组成的季节变化以及昼夜摄食节律和季节摄食节律等问题研究较少。文章根据现阶段研究的需要,对长江上游圆口铜鱼的食物组成和摄食节律等进行了研究,以期充实本种生物学资料,为长江上游鱼类资源的保护与合理利用以及圆口铜鱼的人工驯养提供相关参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料来源

2010年春季(4—5月)、夏季(8月)和秋季(10月)采用三层流刺网(网长135m、网高2m、内网目5cm、外网目40cm)在长江合江江段昼夜24h连续采集圆口铜鱼样本,采样时间间隔约为3h;不同季节采样时间均控制在两周左右,期间进行3—5个昼夜的采样。运用HOBOPRO v2水温记录仪对该江段的水温变化情况进行连续监测,记录间隔时间为

收稿日期: 2011-08-20; 修订日期: 2012-07-02

基金项目: 中国科学院院地合作项目“圆口铜鱼基础生物学与生态学研究”; 中国长江三峡集团公司“圆口铜鱼成鱼养殖技术研究”; 水利部公益性行业科研专项项目(200901012)资助

作者简介: 刘飞(1984—),男,湖南醴陵人;博士研究生;主要从事鱼类生态学研究。E-mail: liufei@ihb.ac.cn

通讯作者: 王剑伟, E-mail: wangjw@ihb.ac.cn

2h。试验鱼一般在网具中滞留 20min 左右,起网后即致死,随后进行常规生物学测量并解剖,测量全长、体长、体重等指标并目测性腺发育情况和充塞度。按照肠道形态将其分为前肠(食道至第一个肠弯,相当于有胃鱼类的胃)、中肠(第一个肠弯至第二个肠弯)和后肠(第二个肠弯至肛门)三部分,不同肠段的食物充塞度均以 0—5 级共 6 个级别进行评定,0 级指肠道基本没有食物存在,1—5 级分别表示食物占肠道的 25%、50%、75%、100%及肠管膨胀^[14]。另于鱼体背鳍起点正下方至侧线之间取 6—8 枚形状规则、轮纹清晰的鳞片用于年龄鉴定,年龄的确定和计数参照邓中焱等的方法^[14, 15]。肠内含物以 5% 福尔马林溶液固定,带回实验室进行分析,分析时先用吸水纸吸干食物团表面水分,在双筒解剖镜下对食物组分进行种类鉴定并分别计数和称重(精度 0.001),消化程度较高的食物组分主要依据残留骨片、附肢、甲壳和鳞片等较难消化的器官进行鉴定,并尽量鉴定到最低分类单元。

1.2 数据处理

用于评价饵料重要性的指标有重量百分比 $W(\%)$ 、数量百分比 $N(\%)$ 和出现率 $F(\%)$ ^[16] 以及相对重要性指标 (IRI) ^[17], 计算公式如下:

重量百分比($\%$)=某种饵料生物的实际重量/所有饵料生物总实际重量 $\times 100$

数量百分比($\%$)=某种饵料生物的数量/所有饵料生物总数量 $\times 100$

出现率($\%$)=某种饵料生物的出现次数/有食物的消化道数 $\times 100$

$$IRI=(\text{重量百分比}+\text{数量百分比})\times\text{出现率}\times 10^4$$

摄食强度是鱼类摄食生态学研究中的一项重要内容,它能够反映出鱼类摄食节律的变化情况。用于摄食强度研究的指标有充塞度、饱满指数和摄食率^[14, 16]。为反映不同时段圆口铜鱼的即时摄食情况,降低过去时段肠道存留食物对当前摄食强度判定所造成的影响,文章昼夜摄食研究仅采用前肠的充塞

度数据,而季节摄食变化研究采用全肠平均充塞度。饱满指数和摄食率的计算公式如下:

$$\text{饱满指数}=\text{食物团实际重量}/\text{鱼体净体重}\times 100$$

$$\text{摄食率}(\%)=\text{有食物的消化道数}/\text{所检视的总消化道数}\times 100$$

2 结果

试验期间共采集到圆口铜鱼食性样本 488 尾,其中春季 260 尾、夏季 150 尾、秋季 78 尾。样本体长基本介于 100—300 mm 之间(表 1)。

2.1 食物组成及其季节变化

镜检结果显示(表 2),圆口铜鱼的食物种类包括软体贝类(淡水壳菜和螺类)、甲壳类(虾和蟹类)、鱼类、水生昆虫成虫或幼虫(石蚕、石蝇、春蜓)、寡毛类(水蚯蚓)、植物碎片(如白菜叶、辣椒片、花生壳和谷壳等),甚至有沙石以及塑料袋等。

软体贝类是圆口铜鱼最重要的饵料类群(表 3),淡水壳菜的出现率、数量百分比、重量百分比和相对重要性指数无论是春季、夏季还是秋季均最高,但是其相对优势度有随着季节变化逐步降低的趋势;其次蟹的相对优势度也较高,并且其比例随着季节变化逐步升高;此外,鱼类仅在个别季节出现;而在春季出现率较高的石蚕和石蝇等水生昆虫在夏季和秋季明显降低,这可能主要与其资源丰度的季节变化有关;植物碎片和食糜在各季节的出现率和重量比均较高,但是由于不方便计数,未进行相对重要性指数的比较。

总体而言,圆口铜鱼的食谱较广,其食物中既有动物性成分,又有植物性成分,但以动物性成分的比例为高,故此认为圆口铜鱼是以肉食性为主的杂食性鱼类,并且其食物组成随季节有一定的变化。

2.2 昼夜摄食节律

由于捕捞的不确定性以及鱼群的移动性,在某些特定的时间段难以获取足够的样本来进行圆口铜鱼的昼夜摄食节律研究,本研究在假设影响鱼类摄

表 1 不同季节样本采集情况
Tab. 1 Sampling information at different seasons

季节 Season	体长 Body length(mm)		体质量 Body weight(g)		年龄 Age	样本量 Specimens
	Range	Average \pm SD	Range	Average \pm SD		
春季 Spring	102—297	175.3 \pm 41.0	17.1—409.2	108.0 \pm 75.2	1—3	260
夏季 Summer	124—334	190.6 \pm 30.9	39.2—754.9	129.9 \pm 96.9	1—4	150
秋季 Autumn	158—263	204.5 \pm 23.6	62.0—315.0	147.2 \pm 52.3	1—3	78

表 2 圆口铜鱼主要食物组出现率的季节变化
Tab. 2 Seasonal variations in the frequency of occurrence for major prey groups to the diet of *C. guichenoti*(%)

食物种类 Food items	春季 Spring	夏季 Summer	秋季 Autumn
淡水壳菜 <i>Limnoperna fortunei</i>	82.86	72.93	52.46
螺类 Snail	3.33	0.00	0.00
虾类 Shrimp	1.90	0.00	0.00
蟹类 Crab	7.14	15.04	22.95
鱼类 Fish	0.00	0.00	1.64
石蚕 Caddis	3.81	0.00	0.00
石蝇 Stonefly	12.86	1.50	4.92
春蜓 Gomphidae	1.43	0.75	0.00
水蚯蚓 Tubificidae	3.33	0.75	1.64
未知水生昆虫 Unidentified insect	7.62	0.00	0.00
植物碎片 Plant debris	17.14	12.03	19.67
沙石 Sand	1.43	0.00	0.00
塑料片 Plastic piece	0.00	3.76	0.00
食糜 Chyme	18.1	17.29	22.95

食的外部因素在短时间内不会发生较大的变化, 并且其确实存在某种昼夜摄食节律的基础上, 将同一季节同一时间段采集到的数据汇集在一起, 看成是发生在同一天 24h 内不同时间段的不同事件。

前肠平均充塞度 春季前肠平均充塞度的变

化显示圆口铜鱼的昼夜摄食存在一个明显的高峰。凌晨 6:00 左右充塞度开始增加, 至正午 12:00 达到最大值(超过 4 级), 而后逐渐下降; 21:00 充塞度达到最低值, 其后一直处于较低水平(图 2)。

夏季和秋季前肠平均充塞度的昼夜变化基本相似, 虽然充塞度有一定差异, 但均存在两个明显的摄食高峰。上午 9:00 左右摄食达到一个小高峰, 其后充塞度水平一直逐渐降低; 至傍晚 18:00 左右摄食开始明显增加, 并于 21:00 或 0:00 左右达到最大值(图 1)。

平均饱满指数 平均饱满指数的昼夜变化显示, 圆口铜鱼春季摄食主要集中在上午, 12:00 最为旺盛, 而晚间的摄食水平相对较低; 夏季摄食则主要集中在晚上, 上午 9:00 虽有一个小的高峰, 但与晚上相比要低得多; 秋季平均饱满指数也存在两个高峰, 分别为 9:00—12:00 和 21:00 以后, 其中白天的摄食水平相对较高(图 2)。

不同季节平均饱满指数的昼夜变化与前肠平均充塞度的变化基本一致, 显示圆口铜鱼的昼夜摄食节律在春季表现为白昼型, 而在夏季和秋季则表现为晨昏型。

季节摄食变化 圆口铜鱼在春、夏、秋三季均有摄食, 但摄食强度存在一定的季节变化(表 4)。

表 3 圆口铜鱼不同季节的食物组成
Tab. 3 Diet composition of *C. guichenoti* in different seasons

食物种类 Food type	春季 Spring			夏季 Summer			秋季 Autumn		
	% W	% N	IRI	% W	% N	IRI	% W	% N	IRI
软体动物 Mollusks	71.29	99.78	13947.81	70.78	99.90	12447.74	49.57	99.25	7807.41
甲壳动物 Crustaceans	9.47	0.03	65.34	11.04	0.06	166.96	21.61	0.55	508.60
鱼类 Fishes	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.13	0.04	1.91
水生昆虫 Aquatic insect	2.92	0.17	26.68	0.07	0.01	0.07	0.73	0.12	4.18
寡毛类 Oligochaeta	0.02	0.02	0.12	0.01	0.03	0.03	0.02	0.04	0.09
植物碎片 Plant debris	16.30	—	—	18.10	—	—	26.94	—	—

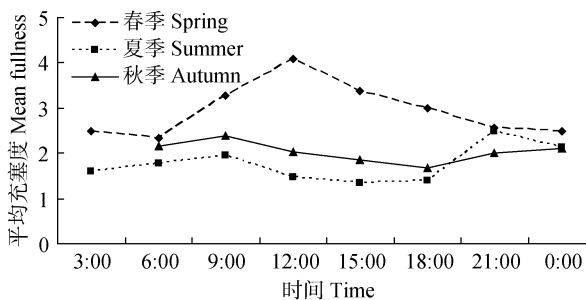


图 1 圆口铜鱼不同季节前肠平均充塞度的昼夜变化

Fig. 1 Daily changes of mean fullness in fore-intestine of *C. guichenoti* in different seasons

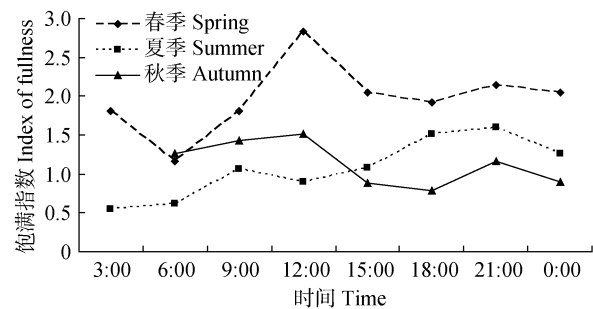


图 2 圆口铜鱼不同季节平均饱满指数的昼夜变化

Fig. 2 Daily changes of mean index of fullness of *C. guichenoti* in different seasons

表 4 圆口铜鱼摄食强度的季节变化
Tab. 4 Seasonal variations of feeding intensity of *C. guichenoti*

季节 Season	摄食率 Feeding rate (%)	不同充塞度等级百分比 Frequency of fullness grade(%)					平均充塞度 Mean fullness	饱满指数 Fullness index	
		0	1	2	3	4			5
春季 Spring	93.33	20.00	9.78	11.56	26.22	30.67	17.33	3.21	1.92
夏季 Summer	89.26	18.79	18.12	10.74	18.79	21.48	12.75	2.46	1.12
秋季 Autumn	78.21	25.64	11.54	17.95	12.82	17.95	14.10	2.28	1.01

春季摄食率最高(93.33%), 夏季次之(89.26%), 而秋季最低(78.21%); 单因素方差分析显示, 摄食率的季节变化差异显著($P < 0.05$)。

平均充塞度和平均饱满指数表现出相似的季节变化, 春季充塞度和饱满指数显著高于夏季和秋季($P < 0.05$), 而夏季和秋季两者之间的差异不显著($P > 0.05$)。

3 讨论

3.1 食物组成

结果表明, 圆口铜鱼的食谱较广, 这是其作为长江上游江段主要优势种的适应性结果。其食物种类包括贝类、甲壳类、水生昆虫、鱼类以及植物碎片等, 不同季节均以淡水壳菜的相对优势度最高, 蟹类次之, 表明其食物组成的相对稳定性。而水生昆虫幼虫及成虫的季节性变化较大, 与夏季和秋季相比, 春季虽然水温较低, 但是流量变化小, 水位稳定, 可以为更多的大型无脊椎动物提供适宜的栖息环境; 而夏季和秋季水位高, 流量大, 洪水频发, 对水生无脊椎动物的生长带来了一定的不利影响。另外, 肠道中植物碎片(如白菜叶、辣椒片和花生壳等人类生活残渣)的比重也较高, 显示出其杂食性特征。部分个体的肠道中甚至出现砂石和塑料袋, 推测这可能是在刮食着生贝类或者摄取植物残片的过程中顺带摄入的。总体而言, 圆口铜鱼是以肉食性为主的杂食性鱼类, 这与黄琇等^[13]在葛洲坝下的研究结果基本一致, 但是其具体的食物组成因栖息环境的不同而有所差异。

圆口铜鱼的食性特征可以为其规模化驯养过程中人工饵料配制提供一定的参考, 但是由于野生条件下其食物组成可能更多的是受食物种类的丰度及其可获得性所限制, 因此在具体的饲养实践中仍需综合比较不同饲养效果以获得最佳饵料配方。

3.2 昼夜摄食变化

鱼类的摄食通常表现出一定的昼夜节律, 不同

的鱼、甚至是同种鱼的不同生活史阶段, 其摄食节律均可能有所差异^[14, 18]。鱼类昼夜摄食节律大致可分为四种类型: 白昼型(如鲢、鳙等)、夜晚型(如黄颡鱼等)、晨昏型(如瓦氏黄颡鱼、南方鲇等)以及无明显节律型^[19]。本文结果显示圆口铜鱼在不同的季节昼夜摄食节律有所差异, 在春季表现为白昼型, 而夏季和秋季则表现为晨昏型, 表明其昼夜摄食节律的种属特异性。Underwood 认为光照和温度是影响鱼类等变温动物摄食节律的主要环境因子^[20], 李思发等也认为光照、溶氧量和水温的昼夜变化可以直接或间接影响鱼类摄食行为^[21]。Pearson 相关性检验显示, 圆口铜鱼春季平均饱满指数的昼夜变化与水温变化呈显著正相关($r^2 = 0.764$, $P < 0.05$), 其摄食高峰(12:00)正好处于一天当中水温最高之时; 而在夏季和秋季两者之间相关性不显著($P < 0.05$)。长江合江江段 4—5 月、8 月和 10 月的平均水温分别为 18℃、26℃和 21℃, 推测水温过低可能是造成圆口铜鱼春季昼夜摄食节律与夏季和秋季不同的原因, 春季由于水温过低, 对鱼类的摄食产生一定的抑制作用, 其摄食活动在水温较高的正午表现更为活跃; 夏季和秋季由于水温足够高, 不再成为鱼类摄食的限制因子, 故而摄食强度与水温的相关性不显著。圆口铜鱼夏秋摄食活动的昼夜变化与实验条件下耗氧率的昼夜变化趋势基本一致^[11], 但是略有滞后, 推测摄食后的消化行为是造成耗氧加剧的主要原因。

在养殖实践中根据鱼类自然摄食节律来调整最佳投喂时间、投喂频率以及投喂量可以有效提高饲料利用率, 因为摄食节律是鱼类在长期的环境适应过程中进化出来的生理特征, 在该节律下鱼类可能将更多的饲料蛋白用于生长^[18, 22]。目前, 网箱养殖圆口铜鱼一般沿袭常规养殖品种如草鱼和长吻鮠等早晚(8:00 和 18:00)定时投喂的方式, 没有考虑其自然条件下摄食节律的昼夜变化及季节变化, 在这种投喂方式下圆口铜鱼对饲料的利用率尚不清楚。因此, 有必要对投喂时间进行适当调整并对不同投喂

模式下的生长效率进行评估, 以便提高饲料利用率, 进而推动圆口铜鱼的养殖进程。

3.3 季节摄食变化

鱼类摄食的季节变化反应了鱼体代谢程度的季节变化, 同时也反应了水域饵料生物的季节变化, 是鱼类对环境的适应性体现^[14]。研究表明圆口铜鱼在春季的摄食率和平均饱满指数均明显高于夏季和秋季, 黄琇等的研究^[13]也显示圆口铜鱼在高温季节(8月)的摄食率要低于其他月份, 然而船体网箱饲养过程中并未发现圆口铜鱼的摄食量在高温季节明显降低。由此, 笔者认为圆口铜鱼夏季摄食减弱主要是因为环境中可获得饵料生物的丰度降低所引起的, 而春季由于饵料充足并且代谢活动相对较弱使得其饱满指数保持较高水平。

参考文献:

- [1] Fish Laboratory, Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences. Fishes in the Yangtze River [M]. Beijing: Science Press. 1976, 76—78 [中国科学院, 水生生物研究所鱼类学研究室. 长江鱼类. 北京: 科学出版社. 1976, 76—78]
- [2] Ding R H. The Fishes of Sichuan, China [M]. Chengdu: Sichuan Publishing House of Science and Technology. 1994, 276—278 [丁瑞华. 四川鱼类志. 成都: 四川科学技术出版社. 1994, 276—278]
- [3] Liu L H, Wu G X, Wang Z L. Reproduction ecology of *Coreius heterodon* (Bleeker) and *Coreius guichenoti* (Sauvage et Dabry) in the mainstream of the Changjiang River after the construction of Gezhou Dan [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 1990, **14**(3): 205—215 [刘乐和, 吴国犀, 王志玲. 葛洲坝水利枢纽兴建后长江干流铜鱼和圆口铜鱼的繁殖生态. 水生生物学报, 1990, **14**(3): 205—215]
- [4] Cheng P. The biology of *Coreius guichenoti* (Sauvage et Dabry) in the upper reaches of the Yangtze River [D]. Thesis for Master of Science. Huazhong Agriculture University, Wuhan. 2008 [程鹏. 长江上游圆口铜鱼的生物学研究. 硕士学位论文. 华中农业大学, 武汉. 2008]
- [5] Yang Z. Study on the population biology of largemouth bronze gudgeon *Coreius guichenoti* of the middle and upper reaches of the Yangtze River [D]. Thesis for Master of Science. Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan. 2009 [杨志. 长江中上游圆口铜鱼种群生物学研究. 硕士学位论文. 中国科学院水生生物研究所, 武汉. 2009]
- [6] Zhou C, Zhu Q, Liu H Z. Analysis of the growth function of the largemouth bronze gudgeon *Coreius guichenoti* in the upper reaches of the Yangtze River [J]. *Sichuan Journal of Zoology*, 2010, **29**(4): 510—516 [周灿, 祝茜, 刘焕章. 长江上游圆口铜鱼生长方程的分析. 四川动物, 2010, **29**(4): 510—516]
- [7] Chen D Q, Liu S P, Duan X B, *et al.* A preliminary study of the fisheries biology of the main commercial fishes in the middle and upper reaches of the Yangtze River [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2002, **26**(6): 618—622 [陈大庆, 刘绍平, 段辛斌, 等. 长江中上游主要经济鱼类的渔业生物学特征. 水生生物学报, 2002, **26**(6): 618—622]
- [8] Zhang X F. Primary studies on the ovary development and oogenesis of *Coreius guichenoti* [D]. Thesis for Master of Science. Southwest China Normal University, Chongqing. 2003 [张贤芳. 圆口铜鱼卵巢发育与卵子发生的初步研究. 硕士学位论文. 西南师范大学, 重庆. 2003]
- [9] Yu Z T, Liang Z S, Yi B L, *et al.* The early development of *Coreius heterodon* and *Coreius guichenoti* [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 1984, **8**(4): 371—380 [余志堂, 梁志燊, 易伯鲁, 等. 铜鱼和圆口铜鱼的早期发育. 水生生物学集刊, 1984, **8**(4): 371—380]
- [10] Zheng S M, Wu Q. The study on the oxygen consumption of *Coreius heterodon* and *Coreius guichenoti* [J]. *Journal of Sichuan Institute of Animal Husbandry and Veterinary Medicine*, 1998, **12**(3—4): 6—8 [郑曙明, 吴青. 铜鱼和圆口铜鱼耗氧率的研究. 四川畜牧兽医学院学报, 1998, **12**(3—4): 6—8]
- [11] Sun B Z, Huang H, Cao W X, *et al.* Studies on the oxygen consumption rate and asphxiant point of *Megalobrama pellegrini* and *Coreius guichenoti* [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2010, **34**(1): 88—93 [孙宝柱, 黄浩, 曹文宣, 等. 厚颌鲂和圆口铜鱼耗氧率与窒息点的测定. 水生生物学报, 2010, **34**(1): 88—93]
- [12] Xu S Y, Zhang Y, Wang D Q, *et al.* Genetic diversity in largemouth bronze gudgeon *Coreius guichenoti* from Yibin section of Yangtze River based on sequence of microsatellite DNA [J]. *Freshwater Fisheries*, 2007, **37**(3): 76—79 [徐树英, 张燕, 汪登强, 等. 长江宜宾江段圆口铜鱼遗传多样性的微卫星分析. 淡水渔业, 2007, **37**(3): 76—79]
- [13] Huang X, Deng Z L. Study on the feeding habits of *Coreius heterodon* below Gezhouba Dam, Yichang [J]. *Freshwater Fisheries*, 1990, (6): 11—14 [黄琇, 邓中燊. 宜昌葛洲坝下圆口铜鱼食性的研究. 淡水渔业, 1990, (6): 11—14]
- [14] Yin M C. Fish Ecology [M]. Beijing: China Agriculture Press. 1993, 64—88 [殷名称. 鱼类生态学. 北京: 中国农业出版社. 1993, 64—88]
- [15] Deng Z L, Yu Z T, Xu Y X, *et al.* Age and growth of major commercial fishes of Hanjiang River [A]. Transactions of the Chinese Ichthyological Society (No.1) [C]. Beijing: Science Press. 1981, 97—115 [邓中燊, 余志堂, 许蕴珩, 等. 汉江主要经济鱼类的年龄与生长. 鱼类学论文集(第一辑). 北京: 科学出版社. 1981, 97—115]
- [16] Hyslop E J. Stomach contents analysis—a review of methods and their application [J]. *Journal of Fish Biology*, 1980, **17**: 411—429

- [17] Pinkas L, Oliphant M S, Iverson L K. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters [J]. *Calif. Fish Game*, 1971, **152**: 105
- [18] Boujard T, Leatherland J F. Circadian rhythms and feeding time in fishes [J]. *Environmental Biology of Fishes*, 1992, **35**: 109—131
- [19] Wang H, Li Y, Chen K, *et al.* Research progress of feeding rhythm and feeding regime for aquatic animal [J]. *Feed Industry*, 2008, **29**(24): 17—21 [王华, 李勇, 陈康, 等. 水产养殖动物摄食节律与投喂模式的研究进展. 饲料工业, 2008, **29**(24): 17—21]
- [20] Underwood H. The pineal and melatonin: regulators of circadian function in lower vertebrates [J]. *Experientia*, 1989, **45**: 914—922
- [21] Li S F, Yang H Q, Lu W M. Preliminary research on diurnal feeding rhythm and the daily ration for silver carp, bighead carp and grass carp [J]. *Journal of Fisheries of China*, 1980, **4**(3): 275—283 [李思发, 杨和荃, 陆伟民. 鲢、鳙、草鱼摄食节律和日摄食率的初步研究. 水产学报, 1980, **4**(3): 275—283]
- [22] Gelineu A, Medale F, Boujard T. Effect of feeding time oil postprandial nitrogen excretion and energy expenditure in rainbow trout [J]. *Journal of Fish Biology*, 1998, **52**: 655—664

FEEDING HABITS OF *COREIUS GUICHENOTI* (SAUVAGE ET DABRY) IN THE UPPER YANGTZE RIVER

LIU Fei^{1,2}, DAN Sheng-Guo¹, WANG Jian-Wei¹ and CAO Wen-Xuan¹

(1. Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072, China;

2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: *Coreius guichenoti* (Sauvage et Dabry) is an important endemic and commercial fish in upper reaches of the Yangtze River. Unfortunately, population size of *C. guichenoti* decreased sharply in recent years because of overfishing and habitat fragmentation caused by the construction of the Three Gorges Dam and other hydroelectric projects in the middle and lower reaches of Jinshajiang River. Achieving enhancement and releasing is considered to be an important measure to protect this species. In this paper, diet composition, circadian feeding rhythm and season feeding rhythm of *C. guichenoti* were studied based on specimens collected by drift-net in spring (April-May), summer (August), and autumn (October) of 2010 in Hejiang reach in the Upper Yangtze River. Food items in intestine content of *C. guichenoti* consisted of mollusks, crustaceans, fishes, aquatic insect, oligochaeta and organic debris, etc. Although there were some differences in diet composition among the seasons, *Limnoperna fortunei* was no doubt the dominant prey in each season and followed by shrimps and crabs. To analyze the feeding intensity on daily and annual cycles, three different indices were used: feeding rate, fullness and fullness index. The results showed that the circadian feeding rhythm varied among different seasons. The maximum feeding activity in spring occurred in mid-day (12:00), when the fullness reached grade 4. The circadian feeding activity in summer and autumn both exhibited two peaks, one was early in the morning and the other was early in the evening, but night feeding was more active than the morning one in summer whereas the order reversed in autumn. Feeding rhythm also exhibited seasonal variations. Feeding intensity in spring was significantly higher than those in the other two seasons, whereas the difference between summer and autumn was not significant. *C. guichenoti* showed a great flexibility in its feeding behavior that may be consistent with the daily and annual changes of the food resources in the environment. Furthermore, it seemed that daily feeding activities were seriously affected by daily change of water temperature. The study of feeding habitats of *C. guichenoti* can provide useful information in conservation and sustainable utilization of fish resource as well as aquaculture, such as feed formulation, meal frequency and feeding time, so that this fish may utilize diet nutrition more reasonably in the natural feeding rhythm.

Key words: *Coreius guichenoti* (Sauvage et Dabry); Feeding habitats; Food composition; Circadian feeding rhythm; Seasonal variation