

5种肉食性鱼类对施氏鲟等鱼的选择性摄食的初步研究

唐富江^{1,2}, 姜作发¹

(1. 中国水产科学研究院 黑龙江水产研究所, 黑龙江 哈尔滨 150070; 2. 西南大学 动物科技学院, 重庆 400716)

摘要:本研究以捕获的黑龙江勤得利湾天然黑斑狗鱼 (*Esox reicherti* Dybowski)、乌鳢 (*Channa argus* Cantor)、鳊 (*Siniperca chuatsi* Basilewsky)、鲇 (*Silurus asotus* Linnaeus) 和怀头鲇 (*Silurus soldatovi* Nikolsky et Soin) 为实验材料, 通过实地网箱养殖, 进行掠食性实验。每种肉食性鱼分别投以包括施氏鲟 (*Acipenser schrenckii*) 在内的 3~5 种饵料鱼进行网箱混养, 48 h 后统计各种饵料鱼被捕食的数目, 得出肉食性鱼对各种饵料鱼的选择性指标 (E) 和饵料鱼被捕食率 (KR), 采用单因素方差分析每种饵料鱼被捕食率 (KR) 的差异显著性。实验结果表明, 该 5 种肉食性鱼类对施氏鲟的选择喜好性较差, 而对黑龙江鳊 (*Rhodeus sericeus* Pallus) 却都表现出了特殊的喜好性, 说明该 5 种肉食性鱼类对在天然水体中增殖放养的施氏鲟幼鱼危害性很小。此外, 实验还表明体长为 54.50 cm 怀头鲇对体长小于 10 cm 的饵料鱼不分种类。[中国水产科学, 2007, 14 (7): 35-40]

关键词: 肉食性鱼类; 饵料鱼; 施氏鲟; 被捕食率; 选择性指标

中图分类号: S917

文献标识码: A

文章编号: 1005-8737-(2007)07-035-06

肉食性鱼类是天然水体的重要组成部分, 它们是水生生物群落中的高级消费者, 对维持水体生态系统的稳定起着关键作用。黑斑狗鱼 (*Esox reicherti* Dybowski)、乌鳢 (*Channa argus* Cantor)、鳊 (*Siniperca chuatsi* Basilewsky)、鲇 (*Silurus asotus* Linnaeus) 和怀头鲇 (*Silurus soldatovi* Nikolsky et Soin) 是中国鲟鱼类分布地域中最典型的凶猛肉食性鱼类。关于这 5 种肉食性鱼类的生态学及食性, 国内外均有不少报道^[1-12], 但这些结果主要是对天然水体中肉食性鱼类的胃含物进行分析而得到的, 受水域中饵料的易得性影响, 不能够确切体现鱼类对食物的选择性情况; 而在饵料鱼组成定性定量基础上进行的选择性研究却未见报道, 建立在饵料鱼定量基础上的实验可以作为一个新的研究方法对鱼类摄食的选择性进行探讨。施氏鲟 (*Acipenser schrenckii*) 作为国家级保护动物并为人们所喜食, 已经获得了人工繁殖和养殖的成功^[13], 鲟鱼的大水体增殖放养为该鱼的种质资源保护和合理开发利用开辟了一条崭新的途径。本实验以 5 种肉食性鱼类对施氏鲟和其他小型鱼类的选择性差异为核心, 探讨了肉食性鱼类对鱼类的选择性的定量实验研究方

法。为施氏鲟大水体增殖放养和肉食性鱼类对饵料的選擇性的定量实验研究方法积累资料。

1 材料与方法

1.1 实验水域与实验材料

1.1.1 实验水域 勤得利湾是黑龙江江湾, 位于黑龙江省同江市境内 (133°10'E, 48°10'N) 是黑龙江经济鱼类幼鱼主要育肥场。1999 年筑坝与黑龙江隔开, 2000 年开始蓄水, 2002 年形成 600 hm² 人工湖泊, 成为人工放养场, 平均水深 3.0 m, 最大水深 6.0 m; 水深 3.0 m 以上的面积占总面积的 60%~70%。

1.1.2 网箱 为绿色聚乙烯网片构成的立方体, 规格为 2.0 m × 2.0 m × 2.5 m, 网眼为 1.0 cm × 1.0 cm。

1.1.3 实验鱼 施氏鲟为黑龙江勤得利农场水产实验站的人工繁殖的健康幼鱼, 正常投喂。肉食性鱼类黑斑狗鱼 (*Esox reicherti* Dybowski) (28.7 ± 0.2)、乌鳢 (*Channa argus* Cantor) (39.7 ± 0.7)、鳊 (*Siniperca chuatsi* Basilewsky) (23.2 ± 0.6)、鲇 (*Silurus asotus* Linnaeus) (45.9 ± 0.1) 和怀头鲇

收稿日期: 2007-04-12; 修订日期: 2007-08-03.

基金项目: 中国水产科学研究院基金项目 (2003-3-7)。

作者简介: 唐富江 (1979-), 男, 助理研究员, 硕士研究生, 主要从事鱼类生态学研究. E-mail: zonglong2002@163.com

通讯作者: 姜作发 (1949-), 研究员, 长期从事淡水生态学研究. E-mail: JZFFish@163.com

(*Silurus soldatovi* Nikolsky et Soin) (54.5 ± 0.06) 共 5 种,均为黑龙江勤得利湾鲟鱼放养场天然捕获健康成鱼个体,饥饿 72 h。其他小型野杂鱼(下称饵料鱼)为黑龙江勤得利湾鲟鱼放养场天然捕获健康个体,捕获即用。

1.2 实验设计及方法

1.2.1 网箱的设置 将网箱架于深 3 m 的黑龙江勤得利湾湖水中,网箱上缘距水面 1.0 m,下缘贴湖底,共设 15 个网箱。

1.2.2 实验方法 将 5 种肉食性鱼分别单独实验。将黑斑狗鱼、乌鳢、鳊、鲂各投放 2 条于 1 个单独的网箱中,怀头鲂 1 条投放于 1 个单独网箱中,配以 3~5 种饵料鱼共约 50 尾共养,48 h 后,统计网箱中和肉食性鱼胃含物中饵料鱼的数量。实验中被咬死的和被吞食的饵料鱼均视为被捕食,统计各个网箱各种饵料鱼被捕食率;每种肉食性鱼设 3 个平行实验,其受试鱼组成几乎一致。

1.3 数据分析

通过单因素方差分析和摄食选择性指标研究同一种肉食性鱼对不同饵料鱼的选择性差异。

(1) 选择性指标(index of electivity)的计算采用 Ivlev 的修改公式^[14]:

$$E = (r_i - p_i) / (r_i + p_i)$$

式中, E —选择性指标; r_i —被捕食的第 i 种饵料鱼占被捕食饵料鱼总数的百分数(%); p_i —第 i 种饵料鱼占总实验饵料鱼的百分数(%)。

(2) 单因素方差分析,采用 SPSS 软件,利用方差分析(One-Way ANOVA)来检验肉食性鱼类对不同饵料鱼的摄食选择性差异显著性,用最小极差法(LSD)中的 Duncan's 新复极差检验法进行多重比较, $P < 0.05$ 为差异显著。

(3) 实验中的数值点采用平均值 $\pm$ 标准差($\bar{X} \pm SD$)表示。

(4) 被捕食率 KR(Killed Rate): (一种饵料鱼被捕食数量/该种饵料鱼的总投放量) $\times 100\%$ 。

2 结果

2.1 黑斑狗鱼对施氏鲟的选择性摄食

黑斑狗鱼对饵料鱼的选择性摄食实验的受试鱼组成情况、实验结果如表 1 所示。可以看出,本实验中饵料鱼的体长与被摄食率无直接相关关系。实验表明,体长为 28.65 cm 的黑斑狗鱼对平均体长为 12.47 cm 的施氏鲟和平均体长 9.15 cm 细鳞斜颌鲟的选择性差异不显著,均不喜好;而对平均体长 7.95 cm 的鳊鲂却表现出了较强的选择性和喜好性。

表 1 黑斑狗鱼对施氏鲟的选择性摄食实验结果

Tab.1 Prey preference of Amur pike (*Esox reicherti* Dybowski) on Amur sturgeon

鱼种类类 Species	投放数量 Number	体长范围 /cm Span of body length	平均体长 /cm Average body length ($\bar{X} \pm SD$)	被捕食率 /% KR ($\bar{X} \pm SD$)	选择性指标 Index of electivity
施氏鲟 <i>Acipenser schrenckii</i>	15	9.30 - 14.80	12.47 $\pm$ 1.53	13.33 $\pm$ 6.66 ^a	-0.12
黑龙江鳊鲂 <i>Rhoeus seniceus</i> Pallas	13	7.10 - 9.30	7.95 $\pm$ 0.65	28.21 $\pm$ 4.44 ^b	+0.28
细鳞斜颌鲟 <i>Xenocypris microlepis</i> Bleeker	19	8.20 - 10.10	9.15 $\pm$ 0.64	12.27 $\pm$ 3.04 ^a	-0.23
饵料鱼总计 Total	47	5.80 - 14.80		17.93 $\pm$ 8.82	

注:同一列中标有不同字母的数据间具有显著差异($P < 0.05$)。

Note: Data without the same superscripts in same column are significantly different ($P < 0.05$).

2.2 乌鳢对施氏鲟的选择性摄食

乌鳢对鲟鱼的选择性摄食实验的受试鱼组成情况、实验结果如表 2 所示。可以看出,本实验中饵料鱼的体长与被摄食率无直接相关关系。饵料鱼被捕食率表明,施氏鲟和细鳞斜颌鲟之间的无显著差异,而鳊鲂与其他饵料鱼之间却存在着显著差异。同样,乌鳢对施氏鲟和细鳞斜颌鲟的选择性指标虽

有所差异但均为负值,而乌鳢对鳊鲂的选择性指标却为正值。这都表明了体长为 39.68 cm 的乌鳢对平均体长为 12.47 cm 的施氏鲟和平均体长 9.15 cm 细鳞斜颌鲟无选择性差异,均表现不喜好;而对平均体长 7.95 cm 的鳊鲂却表现出了积极的选择性和喜好性。

表 2 乌鳢对施氏鲟的选择性摄食实验结果

Tab.2 Prey preference of snake-head (*Channa argus* Cantor) on Amur sturgeon

鱼类种类 Species	投放数量 Number	体长范围/cm Span of body length	平均体长/cm Everage body length	被捕食率/% KR	选择性指标 Index of electivity
施氏鲟 <i>Acipenser schrenckii</i>	15	10.80 – 15.20	12.47 ± 1.53	2.22 ± 3.85 ^a	-0.49
黑龙江鲢鳙 <i>Rhoeus seniceus</i> (Pallas)	15	7.10 – 9.30	7.95 ± 0.65	17.77 ± 3.85 ^b	+0.39
细鳞斜颌鲴 <i>Xenocypris microlepis</i> Bleeker	16	8.40 – 10.60	9.15 ± 0.64	4.17 ± 3.60 ^a	-0.16
饵料鱼总计 Total	46	7.10 – 15.20		8.05 ± 8.03	

注:同一列中标有不同字母的数据间具有显著差异 ($P < 0.05$)。

Note: Data without the same superscript letter in same volumn are significantly different ($P < 0.05$).

2.3 鳊对施氏鲟的选择性摄食

鳊对施氏鲟的选择性摄食实验的受试鱼组成情况、实验结果如表 3 所示。可以看出,本实验中饵料鱼的体长与被摄食率无直接相关关系。饵料鱼被捕食率和选择性指标表明,体长为 23.18 cm 的鳊对平均体长为 12.47 cm 的施氏鲟和平均体长 9.15 cm

细鳞斜颌鲴选择性差异很小,均不喜好;而对平均体长 7.95 cm 的鲢鳙却表现出了很强的选择性和喜好性;至于平均体长为 6.64 cm 的鲫,单因素方差分析的结果是差异不显著,但选择性指标却显示正值,这是鲫的被捕食率处于临界位置造成的。

表 3 鳊对施氏鲟的选择性摄食实验结果

Tab.3 Prey preference of Mandarin fish (*Siniperca chuatsi* Basilewsky) on Amur sturgeon

鱼类种类 Species	投放数量 Number	体长范围/cm Span of body length	平均体长/cm Everage body length	被捕食率/% KR	选择性指标 Index of electivity
施氏鲟 <i>Acipenser schrenckii</i>	15	10.0 – 13.9	12.47 ± 1.53	2.22 ± 3.85 ^a	-0.51
鲫 <i>Carassius auratus gibelio</i> (Bloch)	5	5.2 – 8.3	6.64 ± 1.21	13.33 ± 11.5 ^a	0.31
黑龙江鲢鳙 <i>Rhoeus seniceus</i> (Pallas)	10	7.3 – 9.8	7.95 ± 0.65	33.33 ± 5.77 ^b	0.48
细鳞斜颌鲴 <i>Xenocypris microlepis</i> Bleeker	18	8.1 – 10.3	9.15 ± 0.64	7.41 ± 3.20 ^a	-0.30
饵料鱼总计 Total	48			14.07 ± 13.65	

注:同一列中标有不同字母的数据间具有显著差异 ($P < 0.05$)。

Note: Data without the same superscript letters in same volumn are significantly different ($P < 0.05$).

2.4 鲇对施氏鲟的选择性摄食

鲇对鲟鱼的选择性摄食实验的受试鱼组成情况、实验结果如表 4 所示。可以看出,本实验中饵料鱼的体长与被摄食率无直接相关关系。饵料鱼被捕食率和选择性指标表明,体长为 45.93 cm 的鲇对所投放饵料鱼的选择性表现出 2 个水平;对平均体

长为 12.47 cm 的施氏鲟和平均体长 9.15 cm 细鳞斜颌鲴选择性差异不显著,均不喜好;对平均体长为 13.42 cm 的蛇鲻、平均体长为 7.95 cm 的鲢鳙和平均体长为 6.6 cm 的鲫表现出了相似的选择性和喜好性,对鲫的偏好性最强。

表 4 鲇对施氏鲟的选择性摄食实验结果

Tab.4 Prey preference of cat fish (*Silurus asotus* Linnaeus) on Amur sturgeon

鱼类种类 Species	投放数量 Number	体长范围/cm Span of body length	平均体长/cm Everage body length	被捕食率/% KR	选择性指标 Index of electivity
施氏鲟 <i>Acipenser schrenckii</i>	15	10.60 – 15.20	12.47 ± 1.53	15.54 ± 3.86 ^a	-0.36
蛇鲻 <i>Saurogobio dabryi</i> Bleeker	5	12.10 – 14.50	13.42 ± 1.03	53.33 ± 11.55 ^b	0.17
黑龙江鲢鳙 <i>Rhoeus seniceus</i> (Pallas)	10	7.50 – 9.70	7.95 ± 0.65	53.33 ± 5.77 ^b	0.17
细鳞斜颌鲴 <i>Xenocypris microlepis</i> Bleeker	11	8.20 – 10.00	9.15 ± 0.64	21.21 ± 5.25 ^a	-0.22
鲫 <i>Carassius auratus gibelio</i> (Bloch)	9	4.80 – 8.50	6.60 ± 1.98	62.96 ± 6.41 ^b	0.25
饵料鱼总计 Total	50	4.80 – 15.20		41.27 ± 20.66	

注:同一列中标有不同字母的数据间具有显著差异 ($P < 0.05$)。

Note: Data without the same superscripts in same volumn are significantly different ($P < 0.05$).

2.5 怀头鲌对施氏鲟的选择性摄食

怀头鲌对鲟鱼的选择性摄食实验的受试鱼组成情况、实验结果如表5所示。可以看出,本实验中饵料鱼的体长与被摄食率有一定直接关系。从饵料鱼

平,对平均体长为12.47 cm的施氏鲟的选择性指标为正值,有一定的选择性,对平均体长为12.56 cm的蛇鮈摄食最为强烈;而对平均体长为7.95 cm的鳊、9.15 cm细鳞斜颌鲴和8.57 cm的鲫无选择性差异,均不喜好。

表5 怀头鲌对施氏鲟的选择性摄食实验结果

Tab.5 Prey preference of northern sheet fish (*Silurus soldatovi* Nikolsky et Soin) on Amur sturgeon

鱼类种类 Species	投放数量 Number	体长范围/cm Span of body length	平均体长/cm Everage body length	被捕食率/% KR	选择性指标 Index of electivity
施氏鲟 <i>Acipenser schrenckii</i>	15	10.30-14.80	12.47±1.53	24.45±3.85 ^a	0.007 1
蛇鮈 <i>Saurogobio dabryi</i> Bleeker	10	11.50-13.20	12.56±0.89	63.33±5.77 ^b	0.48
黑龙江鳊 <i>Rhoeus seniceus</i> (Pallas)	11	7.00-9.70	7.95±0.65	6.06±5.25 ^c	-0.67
细鳞斜颌鲴 <i>Xenocypris microlepis</i> Bleeker	10	8.20-10.70	9.15±0.64	6.67±5.77 ^c	-0.64
鲫 <i>Carassius auratus gibelio</i> (Bloch)	4	5.60-11.00	8.57±2.64	8.33±14.43 ^c	-0.29
饵料鱼总计 Total	50	5.60-14.80		21.77±23.61	

注:同一列中标有不同字母的数据间具有显著差异 ($P<0.05$)。

Note: Data without the same superscripts in same volumn are significantly different ($P<0.05$).

2.6 5种肉食性鱼类对施氏鲟选择性摄食的比较

5种肉食性鱼类对施氏鲟的选择性情况见表6。可以看出黑斑狗鱼、乌鳢、鳊、鲌对施氏鲟的选择性指标均为负值,说明选择性差;只有怀头鲌对施氏鲟

的选择性指标为正值,但是也很小;说明本实验中的肉食性鱼对体长为12.47的施氏鲟选择性均较差。同时,与被捕食率和选择性指标显示的结果相吻合。

表6 5种肉食性鱼类对施氏鲟的选择性摄食情况

Tab.6 Prey preference of 5 carnivorous fish on Amur sturgeon (*Acipenser schrenckii*)

Carnivorous fish	黑斑狗鱼 <i>Esox reichertii</i> Dybowski	乌鳢 <i>Channa argus</i> Cantor	鳊 <i>Siniperca chuatsi</i> Basilewsky	鲌 <i>Silurus asotus</i> Linnaeus	怀头鲌 <i>Silurus soldatovi</i> Nikolsky et Soin
实验尾数 Number	2	2	2	2	1
捕食率/% Killing rate	2.22±3.85	13.33±6.66	2.22±3.85	15.54±3.86	24.45±3.85
选择性指标 Index of electivity	-0.49	-0.12	-0.51	-0.36	0.001

注:同一列中标有不同字母的数据间具有显著差异 ($P<0.05$)。

Note: Data without the same superscripts in same volumn are significantly different ($P<0.05$).

3 讨论

3.1 肉食性鱼类对施氏鲟的选择性摄食及对施氏鲟大水面增殖的建议

本研究结果表明:在有其他相似规格天然野杂鱼作为饵料存在的情况下,几种肉食性鱼类对施氏鲟幼鱼的选择性均较差,这可能与施氏鲟的自身保护适应策略有关。有“活化石”之称的施氏鲟,在有机体和生活环境相统一的生物演化规律支配下,经历了无数世代的生态适应和自然选择,现代鲟鱼类

具备了与大多数硬骨鱼类所不同的适应性状。如体被5行骨板;胸腹扁平,宜于营底游生活;体色黑灰,作为保护色;这些都有利于防止和逃避天敌捕获。

因此在天然水体增殖放养施氏鲟,只要在保证一定量小型野杂鱼存在的情况下,该5种凶猛肉食性鱼类对施氏鲟幼鱼的危害均不大。

在不同肉食性鱼类对施氏鲟的捕食率的比较当中(表6),可以看出,只有怀头鲌对施氏鲟的选择性指标为正值,捕食率也以24.45%居最高。这与其摄食器官结构密切相关,很多证据表明大口裂与捕

食性相适应^[20]。怀头鲂的口裂极大,上、下颌和犁骨上着生有很多细齿,捕食能力极强^[2]。

3.2 肉食性鱼类对其他饵料鱼的选择性摄食

黑斑狗鱼栖息在河流支岔的缓流浅水区,或湖泊、水库中的开阔区,为凶猛的掠食性鱼类,以捕食小鱼为主,所摄食的鱼类有鲤、鲫的幼鱼,麦穗鱼、雅罗鱼、鲢和鳊等多种^[2]。本实验所选择的施氏鲟、细鳞斜颌鲴和鳊 3 种饵料鱼,只有鳊一种的选择性指标为正值,表明了在此情况下,黑斑狗鱼优先选择鳊。

乌鳢、鳊鱼具有如下共同特征:敏锐的视觉、十分发达的取食器官、大容量的胃、不善游泳的体型,因此与之相适应,它们的取食方式为潜伏型,其捕食过程大致是:静卧水草中,借敏锐的视觉发现饵料生物,然后准确、快速地向饵料生物发起突然袭击,借发达的取食器官咬住饵料生物,并最终将饵料生物送入大容量的胃中^[6]。

刘恩生等^[3]于 1989 年报道了花园湖中天然乌鳢的食物组成中鳊为 3 种数量比重最高的饵料鱼之一,占了 18.92%。1997 年谭北平^[4]报道了太湖乌鳢食物中鳊的数量百分比也较高,占 7%;本次研究表明了在施氏鲟、细鳞斜颌鲴和鳊 3 种饵料鱼共存的情况下,乌鳢仅对鳊表现出积极选择性,与前人报道的结果相一致。同时可以看出,本实验中饵料鱼的体长与被摄食率无直接相关关系。

鳊属鱼类食物组成与消化道结构关系密切,幽门盲囊的发达程度与其肉食性相适应,鳊食性与斑鳊相似^[5,7-8]。1997 年谭北平^[5]报道了太湖鳊食谱中鳊和鲫的数量百分比均较高,分别占 8.1% 和 6.5%。本实验的研究表明,在施氏鲟幼鱼、鲫、鳊和细鳞斜颌鲴 4 种饵料鱼共存的情况下,鳊和鲫分别占 33.33% 和 13.33%,表明更易于被鳊选择捕食,对施氏鲟的捕食率则仅为 2.22%,选择性指标为 -0.51,危害很小。

鲂以埋伏方式掠吞鱼类,也摄食虾、摇蚊幼虫^[2]。温海深等^[9]对西辽河鲂调查研究表明,该河中鲂的主要食物为虾,其年平均出现频率为 42.1%;次要食物为麦穗鱼、鲫和鳊,年平均出现频率分别为 29.8%, 27.1%, 16.7%。在本实验所选择的饵料鱼中,鲫的被捕食率最高,达 62.96% 选择性指标也最高,为 0.25。蛇和鳊次之,与温海深的研究结果相仿。

3.3 肉食性鱼类对饵料鱼大小的选择性摄食

1997 年叶元土报道了与怀头鲂亲缘关系相近的南方大口鲂的胃壁和胃黏膜皱褶非常发达,有较强的伸张能力以便一次性地食贮较多或较大个体食物,南方大口鲂胃、肠道消化生理特点适于一次捕食较大个体食物,具间歇性摄食的消化生理特点^[21]。从本实验的研究结果可以看出,体长为 54.5 cm 的怀头鲂对体长小于 10 cm 的饵料鱼均不喜好;对大于 10 cm 的相似规格的施氏鲟和蛇,更倾向于选择蛇,所以对施氏鲟的危害较小。

3.4 关于实验方法和 KRD (Killed Rate Differences)

本实验以模拟自然生态为目标,采用的实验鱼均为健康活鱼,在选择实验鱼时,要测量体长,所以实验的难度较大;特别是采用天然饵料鱼时,还要考虑捕捞个体的健康活跃,规格整齐,因此难度更大。

在鱼类食物的选择性比较中,国外学者应用了多种统计学方法,如 χ^2 检验^[15-16]、方差分析^[17-18]、Kruskal wallis 无参方差分析^[16]、Fisher's exact test^[19]。中国学者在分析鱼类选择性摄食时应用的统计学方法相对较少。本研究首次使用了被捕食率差异 (KRD) 这个方法分析鱼类选择性差异,即采用单因素方差分析被捕食率的差异显著性,其结果基本与选择性指标相吻合,可以表达某种肉食性鱼类对几种饵料鱼的选择性差异,可以克服选择性指标受饵料鱼的样本量影响较大的缺点,能够更细致地表达肉食性鱼类对几种饵料鱼的选择性差异,至于 KRD 与其他指数的表达信息差异及优缺点,需要更多的研究数据积累。

参考文献:

- [1] Г.Б. 尼科里斯基著. 黑龙江流域鱼类 [M]. 北京: 科学出版社, 1960.
- [2] 张觉民. 黑龙江省鱼类志 [M]. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 1995. 8.
- [3] 刘恩生. 花园湖乌鳢的种群结构和食性分析 [J]. 安徽农业科学, 1989 (2): 78-81.
- [4] 谭北平. 几种肉食性鱼类在太湖渔业中生态地位初析 [J]. 水利渔业, 1997, (5): 27-30.
- [5] 吴立新, 姜志强. 碧流河水库斑鳊的食性及其渔业利用 [J]. 中国水产科学, 1997, 4 (4): 25-29.
- [6] 刘晓娜. 几种肉食性鱼类摄食形态学适应性初步研究 [J]. 湖北农学院学报, 1996, 16 (4): 280-284.
- [7] 唐宇平. 鳊鱼消化器官的发育和食性的研究 [J]. 水生生物学报, 1993, 17 (4): 329-336.

- [8] 韩德举, 胡菊香, 洪峰. 陆水水库鳊属鱼类食性及消化器官的比较研究[J]. 水产学报, 1996, 20 (2): 97-103.
- [9] 温海深, 王亮, 毛泽宇, 等. 西辽河鲢生长、食性与种群资源利用[J]. 水利渔业, 1999, 19 (2): 33-35.
- [10] 杜金瑞. 梁子湖乌鳢生物学研究[J]. 水生生物学集刊, 1962 (2): 54-56.
- [11] 张小谷, 洪一江, 汪洪. 四种淡水鱼类前肠的组织学比较研究[J]. 南昌大学学报(理科版), 1999, 23 (4): 339-342.
- [12] 曾端, 叶元土. 鱼类食性与消化系统结构的研究[J]. 西南农业大学学报, 1998, 20 (4): 361-364.
- [13] 孙大江, 曲秋芝, 吴文化, 等. 施氏鲟人工繁殖及养殖技术[M]. 北京: 海洋出版社, 2000. 8.
- [14] Ivlev V S. Experimental Ecology of the Feeding of fishes [Z]. New Haven: Yale University Press, 1961.
- [15] Yamamura O, Inada T, Shimazaki K. Predation on *Euphausia pacifica* by demersal fishes: Predation impact and influence of physical variability [J]. Mar Biol, 1998, 132: 195-208.
- [16] Bowering W R, Lilly G R. Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) off southern Labrador and northeastern Newfoundland (Northwest Atlantic) feed primarily on capelin (*Mallotus villosus*) [J]. Neth J Sea Res, 1992, 29 (1-3): 211-222.
- [17] Duarte L. O., Garda C. B. Diet of the mutton snapper *Lutjanus analis* (Cuvier) from the Gulf of Salamanca, Colombia, Caribbean sea. Bull [J]. Mar Sci, 1999, 65 (2): 453-465.
- [18] Letourneur Y, Galzin R, Harmelin-vivien M. Temporal variations in the diet of the damselfish *Stegastes nigricans* (Lacepede) on a Reunion fringing reef [J]. J Exp Mar Biol Ecol, 1997, 217: 1-18.
- [19] John J. S., Russ G. R. The diet of the large coral reef serranid *Plectropomus* in two fishing zones on the Great Barrier Reef, Australia [J]. Fish Bull, 2001, 99: 180-192.
- [20] 潘黔生. 6种有胃真骨鱼消化系统比较解剖的研究[J]. 华中农业大学学报, 1996, 15 (5): 463-469.
- [21] 叶元土, 长吻, 和南方大口鲇胃肠道消化能力的研究[J]. 动物学研究, 1997, 18 (3): 306-313.

A preliminary study on prey preference of five carnivorous fish on Amur sturgeon *Acipenser schrenckii*

TANG Fu-jiang^{1,2}, JIANG Zuo-fa¹

(1. Heilongjiang River Fishery Research Institute of Chinese Academy of Fishery Sciences, Harbin 150070, China; 2. College of Animal Science and Technology, Southwest University of China, Chongqing 400716, China)

Abstract: This study was conducted in the watery net tanks imitating natural aquatic community. 5 kinds of carnivorous fish (Amur pike, Snake-head, Mandarin fish, cat fish, northern sheet fish) and their food fish used were all caught from the experiment watery: Qindeli bay of Heilongjiang River. Every kind of carnivorous fish was cultured with 3-5 kinds of their food fish including Amur sturgeon for 48 h in net tanks. Then, the number of fish killed were counted, and index of electivity and the first application of KRD (Killed Rate Differences) made by One-Way ANOVA were gained. The study resulted in low KR (Killed Rate) and low index of electivity on Amur sturgeon, but high on *Rhoeus seniceus* (Pallas), which means these 5 kinds of carnivorous fish will do little harm to Amur sturgeon stocking in natural watery. In addition, the experiment also reveals that northern sheet fish of 54.50 cm prefers to prey on the food fish that is more than 10 cm in body length, ignoring species. More experiments will be done to test food size electivity of carnivorous fish. And reports proving the stability of method of KRD (Killed Rate Differences) should be accumulated. [Journal of Fishery Sciences of China, 2007, 14 (7): 35-40]

Key words: Carnivorous fish; Food fish; *Acipenser schrenckii*; Killed Rate (RD); Index of electivity