

河鲈食性分析及其摄食生态策略

黄 诚 孟文新 陈建秀
(南京大学生物系, 210093)

葛家春
(江苏省淡水水产研究所资源室, 南京 210017)

摘 要 通过对新疆乌伦古湖 1450 尾河鲈食性的鉴别与统计, 比较了不同年龄组($0^+ \sim 9^+$) 在不同季节食物组成及摄食强度, 研究了河鲈摄食生态位的时空格局, 并综合其生长生殖特点探讨了可能存在食浮游—底栖动物群($0^+ \sim 2^+$), 食鱼群(3^+ 及 3^+ 以上) 两种生态类群及该物种的摄食生态策略。

关键词 河鲈, 食性分析, 摄食策略

河鲈(*Perca fluviatilis* Linnaeus) 为鲈形目鲈科的一种重要经济鱼类, 在乌伦古湖中数量庞大, 是引人注目的优势种。每年均有大量小规格河鲈被捕获作为低值鱼廉价出售。既为捕食性鱼类, 为何数量如此众多? 在乌伦古湖中占有优势, 是否对其它鱼类有害? 其种群在乌湖生态系统中处于什么地位? 通过研究其摄食生态位及摄食生态策略有助于解决以上问题, 并为其人工引种驯化提供有价值的生态参数。

1 材料和方法

1.1 材料

河鲈标本于 1987~ 1990 年各季节采自乌伦古湖各区渔场, 共 1450 尾。

1.2 方法

常规项目: 解剖, 测定年龄, 消化道充塞度, 性成熟系数。

食物鉴别: 将消化道内食物团冲洗至培养皿内, 漂去上层油脂, 用解剖镜或显微镜检饵料生物, 并依据桡足类的第五对游泳足, 枝角类的后腹部, 软体动物的外壳或腹中肌肉, 摇蚊幼虫的头部, 水蚤的面罩等结构特征加以区别计数, 鱼类则依据残留的骨骼鳞片进行物种鉴定。

食性组成: 列出不同年龄组食性组成(由于 3^+ 以上河鲈皆以鱼类为食, 故划归为食鱼类组)。再对各年龄组按季节划分, 描述其季节性变化规律。

数据处理: 各龄组及各龄组在不同季节的食性组成均用非参数检验(秩相关检验法)进行显著性检验。

Ivlev 指数[李明德 1989] $E = \frac{r_i - p_i}{t_i + p_i}$ (其中 E ——选择指数, r_i ——食物中某一成分的百分数, p_i ——食物基础中同一成分百分数)。当 $E = 0$ 时表示无选择性或随机选食; $0 < E < 1$ 则具正选择性; $-1 \leq E < 0$ 则为负选择性。食浮游动物组的 p_i 值由前人研究结果[陈为民

等 1988] 来估计, 食鱼类组 p_i 由与河鲈同时、同地起捕的渔获物统计求得。

2 结果

2.1 摄食生态位年龄位移

各年龄组河鲈食性的鉴别及其出现频率列于表 1, 并对各龄组进行秩相关系数显著性检验(表 2)。由检验结果可知 0^+ 龄组食性组成与其它各龄组不相关, 完全以浮游生物为主, 为食浮游生物群, 1^+ 与 2^+ 龄食性组成相关性极显著 $\chi = 0.01$, 可归并为食浮游—底栖动物群。 3^+ 及 3^+ 以上各龄组间皆呈极显著相关性, 为完全以鱼类为食群。表明河鲈摄食生态位依年龄增长而发生位移。

表 1 各龄组河鲈各食物频数及秩相关之等级

Tab. 1 The food frequencies and the grades of rank correlation of different age-groups

年龄	0^+	1^+	2^+	3^+	4^+	$5^+ \sim 9^+$
样本数	178	500	380	177	105	110
单胞藻	30(16.0)	14(7)	0(3.5)	0(8.0)	0(8.0)	0(8.0)
原生动物	40(17.5)	20(8)	0(3.5)	0(8.0)	0(8.0)	0(8.0)
轮虫	40(17.5)	0(35)	0(3.5)	0(8.0)	0(8.0)	0(8.0)
软体动物	0(60)	104(13)	160(14.0)	0(8.0)	0(8.0)	0(8.0)
桡足类	124(19)	205(16.5)	120(12.0)	0(8.0)	0(8.0)	0(8.0)
枝角类	160(20)	410(20)	170(15.0)	0(8.0)	0(8.0)	0(8.0)
钩虾	6(13.5)	190(15)	250(18.0)	0(8.0)	0(8.0)	0(8.0)
浮游目	6(13.5)	33(11.0)	280(19.0)	0(8.0)	0(8.0)	0(8.0)
蜻蜓目	5(12.0)	250(19.0)	295(20.0)	0(8.0)	0(8.0)	0(8.0)
半翅目	0(6)	26(10.0)	75(10.0)	0(8.0)	0(8.0)	0(8.0)
毛翅目	0(6)	40(12.0)	146(13.0)	0(8.0)	0(8.0)	0(8.0)
襖翅目	0(6)	24(9.0)	76(11.0)	0(8.0)	0(8.0)	0(8.0)
双翅目	18(15.0)	205(16.5)	230(17.0)	0(8.0)	0(8.0)	0(8.0)
鞘翅目	0(6.0)	216(18.0)	210(16.0)	0(8.0)	0(8.0)	0(8.0)
雅罗鱼胚胎	0(6.0)	125(14.0)	0(3.5)	0(8.0)	0(8.0)	0(8.0)
雅罗鱼	0(6.0)	0(3.5)	0(3.5)	3(16.5)	5(17.0)	23(19.0)
湖拟鲤	0(6.0)	0(3.5)	6(8.0)	8(19.0)	14(18.0)	6(17.0)
尖鳍	0(6.0)	0(3.5)	3(7.0)	4(18.0)	28(19.0)	19(18.0)
东方真鲷	0(6.0)	0(3.5)	0(3.5)	3(16.5)	2(16.0)	4(16.0)
河鲈	0(6.0)	0(3.5)	18(9.0)	158(20.0)	85(20.0)	91(20.0)

2.2 摄食生态位季节变化

进一步对食浮游—底栖动物群食性作季节分离分析(表 3, 4), 可见其摄食生态位具有季节变化(这可能是由饵料生物本身的变化引起的)。春季(3~5月)以浮游动物为食, 夏季(6~8月), 秋季(9~11月)和冬季(12~2月)均以底栖昆虫为食, 但冬季摄食强度很小。同样方法对食鱼组分析未发现食性的季节变化现象, 但摄食强度有变化, 冬季 2 级, 春季 0.5 级, 夏秋 90% 以上 5~6 级, 说明生殖季节(春季)河鲈较少取食[黄 诚 1996]。

表2 河鲈各龄组食性组成秩相关系数显著性检验

Tab.2 The tests on the rank correlations of different age groups

	0 ⁺	1 ⁺	2 ⁺	3 ⁺	4 ⁺	5 ⁺ ~ 9 ⁺
0 ⁺	1	0.406	0.227	-0.044	-0.044	-0.044
1 ⁺		1	0.750* ²	0.304	0.305	0.305
2 ⁺			1	0.076	0.078	0.067
3 ⁺				1	0.998* ²	0.992* ²
4 ⁺					1	0.995* ²
5 ⁺ ~ 9 ⁺						1

注: * 相关显著 * 2 相关极显著

表3 食浮游—底栖动物组河鲈摄食生态位季节分离

Tab.3 The seasonal separation of feeding niches in group preying on zooplanktons and benthic animals

	1 ⁺ 组				2 ⁺ 组			
	3~5月	6~8月	9~11月	12~2月	3~5月	6~8月	9~11月	12~2月
样本数	135	250	70	65	105	115	110	50
摄食强度	3级	5级	5级	2级	5级	5级	5级	3级
锥实螺	11(2)	49(3)	33(4)	11(5)	5(1)	86(3)	62(4)	7(4)
桡足类	117(5)	41(2)	11(2)	36(6)	35(6)	45(2)	25(2)	15(5)
枝角类	88(4)	207(5)	110(6)	5(2)	33(5)	93(4)	44(3)	0(1.5)
端足类	10(1)	144(4)	28(3)	8(4)	22(4)	95(5)	105(5)	28(6)
底栖昆虫	86(3)	230(6)	70(5)	7(3)	21(3)	115(6)	110(6)	5(3)
鱼卵或胚胎	119(6)	0(1)	0(1)	0(1)	6(2)	0(1)	0(1)	0(1.5)

表4 食底栖浮游动物河鲈摄食生态位季节分离的秩相关检验

Tab.4 The rank correlation test's result of the feeding niches seasonal separation in group preying on benthic animals and zooplanktons

	1 ⁺ 组				2 ⁺ 组			
	3~5月	6~8月	9~11月	12~2月	3~5月	6~8月	9~11月	12~2月
3~5月	1	-0.543	-0.429	-0.37	1	0.086	-0.143	0.243
6~8月		1	0.886* ²	-0.86	1	0.943* ²	0.243	
9~11月			1	-0.086			1	0.386
12~2月				1		1		

注: * 相关显著 * 2 相关极显著

2.3 摄食选择性

根据陈为民和郭晓鸣[1988]的调查, 乌伦古湖浮游动物中桡足类占16.8%, 枝角类1.7%, 轮虫32.5%, 原生动物63.9%。由此计算0⁺~2⁺河鲈摄食选择性系数列于表5(由于底栖昆虫资料缺乏, 未对底栖昆虫选择性指数作计算)。

根据1987~1990年期间48船次渔获物的统计, 与3⁺及3⁺以上河鲈同时期、同地点捕获的各类鱼及百分比为: 河鲈4.1万尾, 占46.59%; 湖拟鲤0.71万尾, 占8.07%; 贝加尔雅罗鱼1.99万, 占22.61%; 尖鳍0.9万, 占10.23%; 东方真鳊1.1万, 占12.5%; 共5种8.8万

尾。食鱼群组河鲈对该5种鱼的选择性指数分别为: $E(\text{河鲈}) = 0.226$, $E(\text{湖拟鲤}) = -0.067$, $E(\text{贝加尔雅罗鱼}) = -0.409$, $E(\text{尖鳍}) = 0.046$, $E(\text{东方鳊}) = -0.779$ 。

表5 $0^+ \sim 2^+$ 河鲈对浮游动物的选择系数

Tab. 5 The coefficient of food selectivity (Ivlev's index) of $0^+ \sim 2^+$ age-groups

	原生动 物	轮 虫	桡 足 类	枝 角 类
0^+	- 0.71	- 0.49	0.34	0.93
1^+	- 0.91	- 1.00	0.32	0.95
2^+	- 1.00	- 1.00	0.42	0.94

3 讨论

3.1 河鲈生态位的时空分布

河鲈时空分布共有如下三种: 当年生河鲈(0^+ 组)在5~11月生活于近岸浅水区域,以浮游单胞藻、原生动 物、轮虫及浮游甲壳类为食。 $1^+ \sim 2^+$ 河鲈初春至初夏生活在中上层,以浮游甲壳类为食,夏末至初冬则以底栖动物为主要食物,同时 2^+ 组少数较大的个体也捕食较小的河鲈。 3^+ 及 3^+ 以上河鲈完全以鱼类为食,活动范围扩大到中下水层,对小河鲈捕食选择性最强,对尖鳍、湖拟鲤不具选择性,对东方真鳊、贝加尔雅罗鱼具很强的负选择性。

3.2 河鲈的摄食生态策略

近几十年来众多学者就鱼类同类相残问题作了不少研究,但对其产生机制未作出较一致的 解释[唐彰元等 1985,李存戊 1992,陈亚芳等 1996]。大型河鲈吞食本种的现象与一般的鱼 类同类相残行为不同。按优化摄食理论[Werner和Hall 1974,Guma 1978,Krebs 1979,Pyke 1977,Protasov 1971],鱼类摄食时尽可能在单位时间内获取更多的能量,即选择那些搜寻及 处理时间少而所获能量大的食物。在一些情况下食物能量可以重量代替。湖拟鲤、东方真鳊 个体较低龄河鲈大,且种群密度小于河鲈,这可能是河鲈对湖拟鲤、东方鳊不具选择性或负选 择性的原因。贝加尔雅罗鱼密度较高,但河鲈对该鱼具负选择性,这可能是河鲈对本种小个 体的摄食偏好,因“本种营养组成最接近”[刘世英和雍文岳 1985年中译本],故食物利用效率也 最高。

由于河鲈具有两个繁殖生态群(iv 型和 iv 型)[黄诚 1996],尤其是 iv 型繁殖性早熟,生 长快,使其种群处于数量上的优势,从而满足大龄河鲈捕食之需要,笔者认为这是河鲈对浮游 及底栖动物饵料资源间接利用的摄食生态策略,是该物种对环境的适应。

3.3 河鲈在生态系统中的地位

乌伦古湖浮游动物及底栖动物生物量大,在整个生态系统中占有重要地位。由于小型河 鲈不仅为大河鲈所捕食,而且还是梭鲈、狗鱼等鱼类的主要饵料,故 $0^+ \sim 2^+$ 龄组河鲈正处于 从浮游、底栖动物到大河鲈、梭鲈及狗鱼之间物质流的一个重要环节。河鲈既是捕食者捕食鱼 类,又作为饵料被捕食,传递物质与能量,在生态系统中具有双重地位和作用。据此笔者将其 划分成两种生态群:食浮游—底栖动物生态类群($0^+ \sim 2^+$ 龄组)和食鱼生态类群(3^+ 及 3^+ 龄组以上)。

4 小结

综上所述, 低龄河鲈对乌伦古湖中具经济价值的鲈形目(大河鲈及梭鲈)鱼类的增殖具有重要的作用。河鲈低龄化原是过度捕捞造成的, 继续大量捕捞小河鲈只能引起河鲈资源的进一步恶化, 进而影响乌伦古湖整个渔业经济。故采取对低龄河鲈的保护措施, 将有可能促进乌伦古湖渔业生态系统达到良性循环。

本文属新疆阿勒泰水电处委托中国科学院南京地理所承担的“乌伦古湖综合考察”课题的河鲈生物学部分。作者在承担该科研曾得到南京地理所张开翔研究员的帮助, 论文撰写过程中还得到南京大学生物系陈建秀教授的悉心指导。

参 考 文 献

- 李明德. 1989. 鱼类生态学. 天津: 科技翻译出版公司. 180~ 181.
- 李存戊. 1992. 水的混浊度与黑鲟稚鱼互残现象的观察. 海洋渔业, (2): 58~ 59.
- 陈为民, 郭晓鸣. 1988. 新疆乌伦古湖的浮游生物. 中科院南京地理与湖泊研究所集刊. 北京: 科学出版社. (5): 57~ 70.
- 陈亚芬, 钱林峰, 华元渝. 1996. 鱼类同类相残现象的研究现状. 水产养殖, (3): 21~ 24.
- 唐彰元, 黄道根, 陈小英. 1985. 革胡子鲶的自相残杀及其对家鱼残杀的初步观察. 淡水渔业, (4): 16~ 18.
- 黄 诚. 1996. 新疆河鲈繁殖生态学参数解析. 水产养殖, 70: 16~ 18.
- 刘世英, 雍文岳(译). 1985. 水产饵料生物学. 北京: 农业出版社. 297~ 309.
- Guma S A. 1978. The food and feeding habits of young perch, *Perca fluviatilis*, in win derness. Freshwat Biol, 8: 177~ 187.
- Krebs C J. 1979. Ecology: The Experimental Analysis of Distribution Abundance. 2nd edn, Harper and Row, New York.
- Protasov V R. 1971. Theory of feeding strategies. Annu Rev Ecol Syst, 2: 369~ 404.
- Pyke G H, Palliam H R, Charnov E L. 1977. Optimal foraging: A selective review of theory and tests. Q Rev Biol, 52(2): 137~ 154.
- Werner E E, Donald H J. 1974. Optimal foraging and the Siae selection by the bluegill sunfish. Ecology, 55: 1042~ 1052.

THE FOOD ANALYSIS AND FEEDING ECOLOGICAL STRATEGY OF *PERCA FLUVIATILIS*

HUANG Cheng, MENG Wen-Xin, CHEN Jian-Xiu

(Department of Biology , Nanjing University, 210093)

GE Jiā-Chun

(Resources Division , Freshwater Fishery Institute of Jiangsu Province, Nanjing 210017)

ABSTRACT The food composition of 1450 specimens of *Perca fluviatilis* ($0^+ \sim 9^+$) in Xin-Jiang Wulunguhu lake was analyzed, and the food composition and feeding intensity in different seasons of different age groups were compared. The temporal and special patterns of feeding niche were also researched also. Synthesizing the results of the study with the characters of this fish in growth and reproduction, it is revealed that there may be two ecological groups, one is the group preying on benthic animals and zooplankton($0^+ \sim 2^+$), the other is the group preying on piscivorous fishes($t > 3^+$), and most individuals of the former are of miniature body and early-maturing, while most of the latter are large-sized and late-maturing. The feeding strategy of this species is discussed also. The results are helpful to further study on its ecology and make success of its transplantation and domestication

KEYWORDS *Perca fluviatilis*, Feed analysis, Feeding Strategy