

摄食对肉食性乌鳢和草食性鳊幼鱼运动及行为特征的影响^{*}

聂利娟, 曹振东, 付世建

(重庆师范大学 进化生理与行为学实验室 动物生物学重点实验室, 重庆 401331)

摘要:为考查食性和摄食对鱼类运动和行为的的影响及两者交互作用,以肉食性鱼类乌鳢(*Channa argus*)幼鱼和草食性鱼类鳊(*Parabramis pekinensis*)幼鱼为研究对象,在(25±1)℃的条件下分别测定了实验鱼的自发运动、快速启动能力和隐匿行为的相关指标。结果显示,乌鳢和鳊自发运动速度分别为(9.64±0.67),(8.40±0.26) cm·s⁻¹,用于运动的时间分别为(15.15±3.69)%, (13.39±3.50)%,均无显著差异;快速启动的最大线速度分别为(1.64±0.18),(1.99±0.17) mm·ms⁻¹,最大加速度分别为(0.21±0.03),(0.31±0.03) mm·ms⁻²,鳊显著高于乌鳢($p<0.05$);进入隐匿场所时间比分别为(2.81±0.91)%, (0.15±0.12)%,乌鳢显著高于鳊($p<0.05$);摄食对乌鳢和鳊的自发运动水平和快速启动能力均无显著影响,仅导致乌鳢进入隐匿场所时间比显著下降($p<0.05$)。研究结果提示,乌鳢和鳊幼鱼均具有较低的自发运动水平、较高的快速启动能力和较低隐匿行为,这一方面与乌鳢幼鱼的捕食方式和生活环境相适应,另一方面也与鳊幼鱼的觅食和避敌方式有关。

关键词:摄食;乌鳢;鳊;自发运动;快速启动能力;隐匿行为

中图分类号:Q958.118

文献标志码:A

文章编号:1672-6693(2016)02-0026-06

自发运动(Spontaneous activity)是鱼类个体在非胁迫条件下仅由内部刺激或状态所引起的活动^[1-5],与鱼类觅食和逃避敌害等日常行为密切相关。国内外研究者评价自发运动的指标主要包括运动总路程(Total distance moved)、运动速率(Swimming speed)和运动时间比(Percent time spent in moving)^[6]。快速启动(Fast-start)是鱼类的一种爆发游泳形式,同样与鱼类捕食和逃逸等行为有关^[7]。另外,隐匿行为也是鱼类在捕食和避敌过程中经常采用的行为策略。

摄食是动物最重要的生理功能之一,鱼类通过摄食获得能量和营养物质,为日常活动提供物质基础^[8-9]。在长期的进化过程中鱼类逐渐形成了与摄食相关的运动和行为适应特征^[10]。鱼类的食性不同,食物资源的分布及觅食方式也不同,自发运动、快速启动能力的进化动力也存在差异。因此,不同食性鱼类的运动性能及它们相应采取的隐匿行为特征可能存在差异。另外不同食性鱼类在摄食水平、摄食后形态和生理变化上均存在较大差异,而二者捕食压力的差异导致消化过程中运动能力的维持和行为对策的变化具有不同的生态学意义。由此可以推测,摄食对不同食性鱼类的运动和行为特征可能有不同的影响。为了探讨食性和摄食对鱼类运动和行为特征的影响及两者交互作用,本研究选取凶猛的肉食性鱼类乌鳢(*Channa argus*)和草食性鱼类鳊(*Parabramis pekinensis*)为研究对象,分别测定两者在摄食前后的自发运动、快速启动能力以及隐匿行为的变化并进行了比较和分析,旨在为鱼类行为生态学研究 and 鱼类物种保护提供参考。

1 材料方法

1.1 实验鱼来源与驯养

实验用乌鳢和鳊的幼鱼购自重庆市合川水产学校,实验前将其在进化生理与行为学实验室自行研制的自净化循环控温水槽(250 L)中驯养14 d,驯养水温为(25±1)℃,实验用水为曝气后溶氧水平接近饱和的自来水,日

换水量约为驯养水体提及的10%,光周期为14 h 光照:10 h 黑暗。驯养期间每日上午9:00以新鲜白鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)鱼肉投喂乌鳢,商业浮性饲料(通威152)投喂鳊各1次,投喂1 h后清除残饵和粪便。14 d后,在两种幼鱼中选取体长接近的实验鱼各48尾。均分为对照组和摄食组,其中对照组相关指标在禁食48 h后测定,而摄食组在摄食(表观饱足,自主摄食30 min)2 h后进行相关指标测定。

1.2 自发运动的测定

将每组实验鱼($n=8$)分别移入单个圆形实验观测水槽(直径35 cm,水深10 cm)中适应10 h,其中摄食组在实验水槽中饱足投喂2 h,用高清摄像头(StjatuST-399)(12 帧 $\cdot$ s $^{-1}$)对空腹和摄食实验鱼的活动进行持续20 min的拍摄。录像资料采用Noldus动物运动轨迹跟踪系统(EthoVision XT 9.0, Noldus, Netherlands)进行分析,获得运动总路程、运动速率、运动时间比等数据^[11]。

1.3 快速启动能力的测定

鱼类快速启动能力的测定装置主要包括:1个方形的透明有机玻璃水槽(长 $\times$ 宽 $\times$ 高为40 cm $\times$ 40 cm $\times$ 15 cm),底部刻有1 cm $\times$ 1 cm的网格线;1台位于水槽正上方70 cm的高速摄像机(500 帧 $\cdot$ s $^{-1}$, BASLER A504K, Germany);1个LED矩阵光源,置于水槽正下方30 cm处;1个LED电脉冲指示灯;等等。测定前将1颗直径1 mm白色塑料泡沫球固定在实验鱼背部中央的皮肤表层,作为实验鱼的质心标记。将实验鱼分别转入该测定装置的水槽中,并给予1 h适应期以使之适应实验测定环境。电脉冲刺激(刺激场强:0.75 v $\cdot$ cm $^{-1}$,刺激时长:50 ms)会激发实验鱼的快速启动游泳行为。电脉冲刺激发送的同时,高速摄影机(500 帧 $\cdot$ s $^{-1}$)开始拍摄实验鱼的逃逸过程,历时2 s。获得的拍摄图像由图像处理软件(nEO iMAGING 和 ACDSee 12)进行处理后,采用软件(TpsUnil 和 TpsDig)测量质心位移,并计算出实验鱼的反应时滞(Latency time)、最大线速度(Maximum linear velocity)、最大加速度(Maximum linear acceleration)、刺激起始120 ms内的质心移动位移(Escape distance during the first 120 ms after the stimulus)以及反应时间(Response time)。

1.4 隐匿行为的测定

将每组实验鱼分别移入单个圆形实验观测水槽(直径25 cm,水深10 cm)中适应10 h,将隐匿场所放入实验水槽(图1),用高清摄像头(StjatuST-399)(12 帧 $\cdot$ s $^{-1}$)对实验鱼的活动进行持续20 min的拍摄。实验鱼进入隐匿场所的标准为实验鱼整体或头部进入隐匿场所。记录拍摄期间实验鱼进入隐匿场所的次数及时间,获得实验鱼进入隐匿场所时间比。

1.5 数据分析

实验数据以Excel2007进行常规统计,并采用SPSS17.0软件进行统计分析,其中种类和摄食对实验参数的影响采用双因素方差分析。统计数据均以“平均值 $\pm$ 标准误”表示,显著性水平为 $p<0.05$ 。

2 结果

2.1 自发运动

乌鳢幼鱼和鳊幼鱼自发运动各指标均无显著差异,且摄食对二者自发运动的各指标也无显著影响(表1)。

2.2 快速启动能力

乌鳢幼鱼的最大线速度和最大加速度显著低于鳊幼鱼($p<0.05$),但二者的刺激起始120 ms内的质心移动位移和反应时间无显著差异(表2)。摄食对两种鱼快速启动能力的各指标均无显著影响。

2.3 隐匿行为

无论摄食与否,乌鳢幼鱼的进入隐匿场所时间比均显著高于鳊幼鱼($p<0.05$)。摄食导致乌鳢幼鱼进入隐匿场所时间比显著降低($p<0.05$),但对鳊鱼无显著影响(图2)。

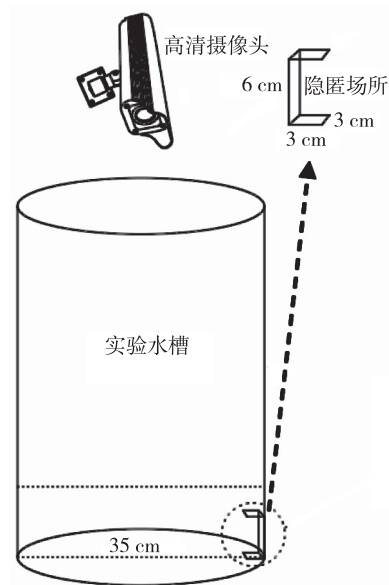


图1 隐匿行为测定装置图

Fig. 1 The structure of the determination of hidden behavior

表 1 摄食对乌鳢幼鱼和鳊幼鱼自发运动指标的影响

Tab. 1 The effect of feeding on spontaneous activity during the observation period in juvenile <i>C. argus</i> and <i>P. pekinensis</i>							
种类	处理	摄食水平/%	体重/g	体长/cm	运动总路程/cm	运动速率/(cm·s ⁻¹)	运动时间比/%
乌鳢	对照组	0	6.59±0.38	7.88±0.13	1 776.08±524.15	9.64±0.67	15.15±3.69
	摄食组	6.95±0.34	7.25±0.56	7.93±0.19	1 779.99±503.12	9.42±0.63	14.71±3.08
鳊	对照组	0	8.65±0.17	7.91±0.07	1 383.79±399.86	8.40±0.26	13.39±3.50
	摄食组	1.07±0.02	9.12±0.34	7.91±0.11	1 143.91±237.71	8.09±0.56	11.43±1.80
种类		<i>F</i> =172.987 <i>p</i> =0.000	<i>F</i> =28.561 <i>p</i> =0.000	<i>F</i> =0.015 <i>p</i> =0.903	<i>F</i> =0.630 <i>p</i> =0.434	<i>F</i> =3.454 <i>p</i> =0.073	<i>F</i> =0.276 <i>p</i> =0.603
	摄食	<i>F</i> =316.466 <i>p</i> =0.000	<i>F</i> =3.353 <i>p</i> =0.077	<i>F</i> =0.019 <i>p</i> =0.892	<i>F</i> =0.036 <i>p</i> =0.850	<i>F</i> =0.195 <i>p</i> =0.662	<i>F</i> =0.014 <i>p</i> =0.908
种类×摄食		<i>F</i> =172.987 <i>p</i> =0.000	<i>F</i> =0.018 <i>p</i> =0.895	<i>F</i> =0.002 <i>p</i> =0.967	<i>F</i> =0.620 <i>p</i> =0.437	<i>F</i> =1.263 <i>p</i> =0.270	<i>F</i> =0.245 <i>p</i> =0.625

表 2 摄食对乌鳢幼鱼和鳊幼鱼快速启动能力的影响

Tab. 2 Effect of feeding on fast-start performance in juvenile <i>C. argus</i> and <i>P. pekinensis</i>								
种类	处理	摄食水平/%	体重/g	体长/cm	最大线速度/ (mm·ms ⁻¹)	最大加速度/ (mm·ms ⁻²)	刺激起始 120 ms 内的 质心移动位移/mm	反应时间/ms
乌鳢	对照组	0	6.59±0.46	7.88±0.16	1.64±0.18	0.21±0.03	78.66±10.61	14.86±4.21
	摄食组	6.95±0.34	7.23±0.61	7.90±0.20	1.59±0.13	0.26±0.03	73.76±7.65	19.71±7.48
鳊	对照组	0	8.66±0.19	7.88±0.17	1.99±0.17	0.31±0.03	76.73±10.77	16.40±6.25
	摄食组	1.07±0.02	9.11±0.26	7.93±0.09	2.07±0.15	0.34±0.02	88.67±7.47	10.50±1.78
种类		<i>F</i> =172.987 <i>p</i> =0.000	<i>F</i> =20.919 <i>p</i> =0.000	<i>F</i> =0.585 <i>p</i> =0.451	<i>F</i> =5.873 <i>p</i> =0.022*	<i>F</i> =9.412 <i>p</i> =0.005*	<i>F</i> =0.428 <i>p</i> =0.518	<i>F</i> =0.473 <i>p</i> =0.497
	摄食	<i>F</i> =316.466 <i>p</i> =0.000	<i>F</i> =1.394 <i>p</i> =0.248	<i>F</i> =0.025 <i>p</i> =0.008	<i>F</i> =0.008 <i>p</i> =0.930	<i>F</i> =2.152 <i>p</i> =0.153	<i>F</i> =0.126 <i>p</i> =0.725	<i>F</i> =0.009 <i>p</i> =0.926
种类×摄食		<i>F</i> =172.987 <i>p</i> =0.000	<i>F</i> =0.001 <i>p</i> =0.979	<i>F</i> =0.263 <i>p</i> =0.612	<i>F</i> =0.161 <i>p</i> =0.692	<i>F</i> =0.083 <i>p</i> =0.776	<i>F</i> =0.722 <i>p</i> =0.403	<i>F</i> =0.930 <i>p</i> =0.343

注：* 表示两种鱼差异显著(*p*<0.05)。

3 讨论

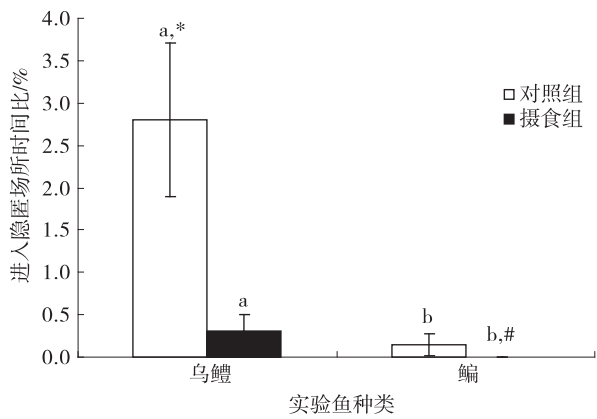
3.1 摄食对两种幼鱼自发运动的影响

本研究发现,乌鳢和鳊幼鱼的运动时间比约为 11%~15%,平均速度约为 8~10 cm·s⁻¹,这明显低于鲤幼鱼^[12]。乌鳢较低的自发运动与它作为肉食性鱼类所拥有的特定觅食方式相适应。但和预期结果相反,鳊展现出比乌鳢更低的自发运动。这可能因为鳊喜好水草丰盛的静止水体^[10],这样的生活环境为它获得食物和避敌提供了有利条件,因此不需要通过维持较高的自发运动水平到处觅食和警惕敌害。另外这种多数时间静止于水草中的行为方式可能更不易被捕食者发现。

以往研究表明,动物的自发运动水平会受到机体生理状况的显著影响^[13]。摄食会改变动物代谢功率分配及身体负重,进而影响自发运动水平。草食性的鳊属于经常摄食鱼类,而肉食性的乌鳢属于非经常摄食鱼类。一般而言,摄食对鳊的自发运动可能影响不大,而对乌鳢可能有较大的影响。然而本研究发现摄食对两种鱼均无显著影响。这应由室内实验条件下乌鳢的摄食水平较低(6.68%)而野外环境下该物种摄食水平较高所致^[14]。

3.2 摄食对两种幼鱼快速启动能力的影响

快速启动是鱼类以无氧代谢为主的一种高能耗爆发游泳运动,持续时间通常小于 1 s^[15-17],但对鱼类成功捕获猎物以及逃避敌害等具有决定性意义^[18]。值得注意的是,爆发游泳能力并非单指速度或加速度,而是受两者共影响。拥有较高的爆发游泳速度,并不一定能成功捕食或逃逸;成功进行捕食或逃逸的前提是在短时间内获得较高的该速度(即拥有高的最大加速度)^[15]。通过与其他鱼类比较,可以发现乌鳢和鳊的最大线速度和最大加速度明显处于较高水平(表 3)。这说明这两种鱼不仅爆发游泳速度快,加速能力也优势明显,即两种鱼均拥有较高的爆发游泳能力。高的爆发游泳能力能够保障乌鳢在自然界的高效捕食^[19]。而对于鳊而言,较高的快速启动能力则为其成功逃避敌害的关键^[10]。特别是鳊生活于水草丰盛的水体,自发运动水平较低,需要通过高的快速启动能力以增加逃避敌害的概率。



注:小写不同字母表示种间差异显著($p<0.05$),*表示摄食空腹组差异显著($p<0.05$),#摄食组的数据为 0。

图 2 摄食对乌鳢幼鱼和鳊幼鱼隐匿行为的影响

Fig. 2 The effect of feeding on percent time spent in shelter during the observation period in juvenile *C. argus* and *P. pekinensis*

表 3 几种鱼类的爆发游泳能力

Tab. 3 The burst swimming performance of several fish species

种类	体长/cm	水温/℃	摄食状态	最大速率/(BL·s ⁻¹)	最大加速度/(m·s ⁻²)	参考文献
鳊 <i>P. pekinensis</i>	7.88	25	否	25.25	307.85	本研究
鳊 <i>P. pekinensis</i>	7.93	25	是	25.36	331.55	本研究
乌鳢 <i>C. argus</i>	7.88	25	否	20.81	209.64	本研究
乌鳢 <i>C. argus</i>	7.90	25	是	20.13	260.99	本研究
南方鲇 <i>Silurus meridionalis</i>	10.25	25	否	13.75	91.23	贺晓科 ^[20]
虹鳟 <i>Salmo gairdneri</i>	13.60	25	否	12.50	41.00	Webb ^[21]
天使鱼 <i>Pterophyllum eimekei</i>	7.30	24~25	否	17.80	79.00	Domenici & Blake ^[22]
刀鱼 <i>Coilia ecetenes</i>	11.30	24~25	否	12.90	127.90	Kasapi 等人 ^[23]

以往研究发现摄食会导致鱼类额外体重的增加以及形态的变化,进而引起运动能力的下降^[20]。肉食性鱼类通常比草食性鱼类有更高的摄食水平^[24],且被捕食的风险相对较低。理论上讲,摄食对肉食性乌鳢的运动能力影响可能更大。然而本研究结果显示摄食对两种鱼的快速启动能力均无显著影响。这可能也与本实验条件中乌鳢的摄食水平较低有关(6.68%)。研究发现 12.5%体重水平的摄食对南方鲇(*Silurus meridionalis*)幼鱼的快速启动能力无显著影响,而 25%体重水平的摄食导致最大速率下降了 26%、最大加速度下降了 36%^[20]。

3.3 两种幼鱼隐匿行为

本研究发现乌鳢进入隐匿场所时间比显著高于鳊鱼($p<0.05$),这是因为隐匿场所有助于提高肉食性鱼类乌鳢的捕食成功率。鳊经常出没于水草丰盛的水体中不易被捕食者发现,因此对固定的隐匿场所(如石缝)的依赖性较低(本研究发现鳊基本上不进入隐蔽场所)。值得一提的是,乌鳢对隐匿场所的使用仍然显著低于肉食性鱼类南方鲇^[20],这可能于二者捕食方式和生活环境的差异有关。一方面,同为凶猛的捕食型鱼类,南方鲇采用典型的伏击捕食方式,而乌鳢捕食方式介于伏击和追击捕食之间,前者对隐匿场所的依赖性更高^[25]。另一方面,乌鳢偏好生活于多水草的混浊水体^[14],降低了捕食活动对隐匿场所的需求。摄食后乌鳢进入隐匿场所的时间比显著降低($p<0.05$),该结果与南方鲇的研究结果一致^[20]。导致这结果的可能原因是摄食后一段时间内,乌鳢食欲的下降导致它对隐匿场所的需求降低。

综上所述,乌鳢和鳊幼鱼均具有较低的自发运动水平、较高的快速启动能力和较低隐匿行为。乌鳢的低自发运动水平、高快速启动能力和较低的隐匿行为与它特殊的捕食方式和生活环境相适应。而鳊的运动的行为特

征与本研究预期结果不符,这可能与鳊长期生活在水草丰盛的静止水体中进化形成的特殊的觅食和避敌方式有关。摄食后食欲的下降导致乌鳢的隐匿行为有所下降,但摄食对两种鱼其他所有指标均无影响,这可能是本研究采用的摄食水平较低所致。

参考文献:

- [1] Hunter J R. Swimming and feeding behavior of larval anchovy *Engraulis mordax*[J]. Fishery Bulletin, 1972, 70(3): 821-838.
- [2] Blaxter J H S, Staines M E. Food searching potential in marine fish larvae[M]//Crisp D J. European marine biology symposium. Cambridge: Cambridge University Press, 1971: 467-485.
- [3] Blaxter J H S. Development of sense organs and behaviour of teleost larvae with special reference to feeding and predator avoidance[J]. Transactions of the American Fisheries Society, 1986, 115(1): 98-114.
- [4] Zhou T, Weis J S. Predator avoidance in mummichog larvae from a polluted habitat[J]. Journal of Fish Biology, 1999, 54(1): 44-57.
- [5] Xia J G, Niu C J, Pei X J. Effects of chronic exposure to nonylphenol on locomotor activity and social behavior in zebrafish (*Danio rerio*)[J]. Environmental Sciences, 2010, 22(9): 1435-1440.
- [6] Ylief M Y, Poncin P. Quantifying spontaneous swimming activity in fish with a computerized color video tracking system, a laboratory device using last imaging techniques [J]. Fish Physiology and Biochemistry, 2003, 28(1/2/3/4): 281-282.
- [7] Eaton R C, Emberley D S. How stimulus direction determines the trajectory of the Mauthner-initiated escape response in a teleost fish[J]. The Journal of Experimental Biology, 1991, 161(1): 469-487.
- [8] Andersson J. Effects of diet-induced resource polymorphism on performance in arctic charr (*Salvelinus alpinus*) [J]. Evolutionary Ecology Research, 2003, 5(2): 213-228.
- [9] Proulx R, Magnan P. Contribution of phenotypic plasticity and heredity to the trophic polymorphism of lacustrine brook charr (*Salvelinus fontinalis*) [J]. Evolutionary Ecology Research, 2004, 6(4): 503-503.
- [10] Yan G J, He X K, Cao Z D, et al. The trade-off between steady and unsteady swimming performance in six cyprinids at two temperatures[J]. Journal of Thermal Biology, 2012, 37(6): 424-431.
- [11] Xia J G, Cao Z D, Peng J L, et al. The use of spontaneous behavior, swimming performances and metabolic rate to evaluate toxicity of PFOS on topmouth gudgeon *Pseudorasbora parva* [J]. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(5): 284-289.
- [12] 付成, 曹振东, 付世建. 温度和饥饿对鲤鱼幼鱼静止代谢率及自发运动的影响[J]. 动物学杂志, 2012, 47(2): 85-90.
Fu C, Cao Z D, Fu S J. The influence of temperature and starvation on resting metabolic rate and spontaneous activity in juvenile *Cyprinus carpio* [J]. Zoology, 2012, 47(2): 85-90.
- [13] Cooper Jr W E, Pérez-Mellado V, Hawlena D. Magnitude of food reward affects escape behavior and acceptable risk in *Balearic lizards* [J]. Behavioral Ecology and Sociobiology, 2006, 17(4): 554-559.
- [14] 高志远. 中国野生乌鳢遗传多样性分析[D]. 广州: 暨南大学, 2013.
Gao Z Y. Genetic Diversity of Wild Populations of *Channa Argus* in China[D]. Guangzhou: Jinan University, 2013.
- [15] Domenici P, Batty R S. Escape behaviour of solitary hering (*Clupea harengus*) and comparisons with schooling individuals[J]. Marine Biology, 1997, 128(1): 29-38.
- [16] Domenici P, Batty R S. Escape manoeuvres in schooling *Clupea harengus* [J]. Journal of Fish Biology, 1994, 45(suppl. A): 97-110.
- [17] Jayne B C, Lauder G V. Red and white muscle activity and kinematics of the escape response of bluegill sunfish during swimming[J]. Journal of Comparative Physiology A, 1993, 173(4): 495-508.
- [18] Lyon J P, Ryan T J, Scroggie M P. Effects of temperature on the fast-start swimming performance of an Australian freshwater fish[J]. Ecology of Freshwater Fish, 2008, 17(1): 184-188.
- [19] 彭韩柳依. 鱼类游泳能力及“捕食-逃逸”行为的研究[D]. 重庆: 重庆师范大学, 2015.
Peng H L Y. The swimming performance in fish species and its relationship to “predation-escape” behavior[D]. Chongqing: Chongqing Normal University, 2015.
- [20] 贺晓科. 摄食和饥饿对南方鲇幼鱼快速启动能力及隐匿行为的影响[D]. 重庆: 重庆师范大学, 2012.
He X K. The effect of feeding and starvation on fast-start performance and shelter occupation competition in *Silurus meridionalis* [D]. Chongqing: Chongqing Normal University, 2012.
- [21] Webb P W. Temperature effects on acceleration of rainbow-trout, *Salmo gairdneri* [J]. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 1978, 35(11): 1417-1422.

- [22] Domenici P, Blake W. The Kinematics and Performance of the Escape Response in the Angelfish (*Pterophyllum Eimekei*) [J]. Journal of Experimental Biology, 1991, 156(1): 187-205.
- [23] Kasapi M A, Domenici P, Blake R W, et al. The kinematics and performance of the escape response in the knifefish *Xenomystus nigri* [J]. Canadian Journal of Zoology, 1993, 71(1): 189-195.
- [24] Fu S J, Zeng L Q, Li X M, et al. The behavioural, digestive and metabolic characteristics of fishes with different foraging strategies [J]. The Journal of Experimental Biology, 2009, 212(14): 2296-2302.
- [25] Yan G J, He X K, Cao Z D, et al. Effects of fasting and feeding on the fast-start swimming performance of southern catfish *Silurus meridionalis* [J]. Journal of Fish Biology, 2015, 86(2): 605-614.
- [24] Fu S J, Zeng L Q, Li X M, et al. The behavioural, digestive

Animal Sciences

Effect of Feeding on Movement and Behavior in Juveniles of Carnivorous *Channa argus* and Herbivorous *Parabramis pekinensis*

NIE Lijuan, CAO Zhendong, FU Shijian

(Laboratory of Evolutionary Physiology and Behavior, Chongqing Key Laboratory of Animal Biology, Chongqing Normal University, Chongqing 401331, China)

Abstract: The aims of the present study were to investigate the effect of foraging mode and feeding and on movement and behavior and their interaction in fish species. To achieve our goals, the juveniles of carnivorous snakehead (*Channa argus*) and herbivorous Chinese bream (*Parabramis pekinensis*) were selected as experimental models and the spontaneous activity, fast-start movements and hidden behavior of fasting and digesting snakehead and Chinese bream were measured individually at $(25 \pm 1) ^\circ\text{C}$. The mean speed of spontaneous movements (V) were (9.64 ± 0.67) and $(8.40 \pm 0.26) \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ while the percent time spent moving (PTM) were $(15.15 \pm 3.69)\%$ and $(13.39 \pm 3.50)\%$ in juvenile snakehead and Chinese bream, respectively, which showed no significant difference between two species. The maximum linear swimming speed ($V_{\max}$) were (1.64 ± 0.18) and $(1.99 \pm 0.17) \text{ mm} \cdot \text{ms}^{-1}$ while the maximum acceleration speed ($A_{\max}$) were (0.21 ± 0.03) and $(0.31 \pm 0.03) \text{ mm} \cdot \text{ms}^{-2}$ in juvenile snakehead and Chinese bream, respectively. Chinese bream showed significantly higher $V_{\max}$ and $A_{\max}$ than those of snakehead ($p < 0.05$). There was no significant difference in any measured variables related to spontaneous activity and the fast-start movement whereas digesting snakehead showed significantly lower value of the percent time spent in shelter than fasting snakehead ($p < 0.05$). In conclusion, both species in the present study showed low level of spontaneous movement, high ability of fast-start movement and low using of the hidden behavior, which may be a result of long term adaptation to their habitats environment, foraging modes and (or) anti-predator strategy.

Key words: feeding; Chinese bream; snakehead; spontaneous activity; fast-start; hidden behavior

(责任编辑 方 兴)