

黄海中南部细纹狮子鱼的摄食习性及其变化

张波*, 金显仕, 戴芳群

(中国水产科学研究院黄海水产研究所,农业部海洋渔业资源可持续利用重点开放实验室,
山东省渔业资源与生态环境重点实验室,山东 青岛 266071)

摘要: 利用2006年1月—2009年7月在黄海中南部进行的7个月的底拖网调查,采集了体长在18~525 mm范围的细纹狮子鱼样品3 005尾。通过胃含物分析、聚类分析以及营养级计算等方法,研究了细纹狮子鱼的摄食习性、周年变化和体长变化。结果表明,除3月份外,细纹狮子鱼是各月份黄海生态系统食物网的重要种类;目前脊腹褐虾仍是细纹狮子鱼的优势饵料生物,而方氏云鳎替代鳀成为其优势饵料生物。细纹狮子鱼的摄食习性和摄食强度都有显著的周年变化和体长变化,体长是导致细纹狮子鱼摄食习性周年变化的主要因素。随着体长增加,细纹狮子鱼发生了3次显著的食性转换,体长在50 mm从底栖动物食性转换为广食性;大于100 mm转换为底层虾食性;大于350 mm转换为虾/鱼食性。不同体长的细纹狮子鱼归属不同的营养功能群,因此,细纹狮子鱼在不同月份的黄海生态系统中处于不同的营养地位。

关键词: 细纹狮子鱼; 食物组成; 摄食强度; 周年变化; 体长变化; 黄海中南部

中图分类号: S 958.12; S 917.4

文献标志码: A

细纹狮子鱼(*Liparis tanakae*)是冷温性近底层鱼类,渤海、黄海、东海均有分布,以黄海中部及渤海中部海区数量较多。细纹狮子鱼的经济价值不高,属劣质鱼类,国内无专捕渔业,是底拖网的兼捕对象^[1]。在黄、渤海主要底层经济鱼类资源衰退以后,其数量有显著增加的趋势。历年10月的太平洋鲱(*Clupea pallasii*)探捕中,细纹狮子鱼占探捕总渔获量的百分比有明显增加,在1976年仅占9.67%,到1982年、1983年已增至25.13%和18.96%^[1]。在当前黄海传统优质底层鱼类的资源被过度利用甚至严重衰退的情况下,有必要正确认识细纹狮子鱼在黄海生态系统中的作用,并对其进行合理的开发利用。同时,对作为当前黄海生态系统顶级捕食者的细纹狮子鱼^[2]的摄食习性及其变化进行全面深入地研究,也有助于了解黄海生态系统饵料丰度及食物网结构的变化^[3]。尽管对细纹狮子鱼的摄食习性已有较多的相关报道^[4-7],但未见对该鱼摄食的周年变化和体长变化的系统报道。本研究通过对近年来在黄海进行的多个调查航次

中细纹狮子鱼的摄食及其变化的分析,以期全面了解其在黄海生态系统食物网中地位和作用,为基于生态系统水平的渔业管理提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 样品的采集与分析

研究的样品是2006年1月—2009年7月期间,黄海水产研究所“北斗”号海洋科学调查船(拖网时速为3 n mile, 1 n mile = 1.852 km,网口宽度平均为0.021 7 km)在黄海中南部120°~124°E, 33°~37.5°N范围内进行的7个月的调查航次时所采集的,共计3 005个细纹狮子鱼胃含物样品(表1)。取样个体经生物学测定后,取出消化道立即速冻保存。胃含物分析时,将其解冻用吸水纸吸去水分后,再在双筒解剖镜下鉴定饵料生物的种类并分别计数和称重,食物重量精确到0.001 g,并尽量鉴定到最低分类单元。

1.2 数据分析

根据各航次各鱼种渔获量占总渔获量的百分

收稿日期:2011-04-28 修回日期:2011-06-08

资助项目:国家重点基础研究发展计划项目(2011CB409805);公益性行业(农业)科研专项经费(200903005);山东省泰山学者工程专项;农业部黄渤海渔业资源环境重点野外科学观测试验站

通讯作者:张波, E-mail: zhangbo@ysfri.ac.cn

比,选择渔获量占各航次总渔获量百分比前五位的鱼种为优势种,了解细纹狮子鱼在黄海生态系统食物网结构中的地位。各月份细纹狮子鱼的营养级根据张波等^[6]的计算公式和修正后的基础饵料的营养级进行计算;根据郭斌等^[8]的研究结果,选择出现频率百分比组成(FO%)来研究细纹狮子鱼的摄食习性,周年变化和体长的变化;以饵料出现频率百分比组成超过60%为标准来划分食性类型^[9]。

以50 mm为间隔将样品划分为9个体长组来研究细纹狮子鱼摄食随体长的变化:<50、51~100、101~150、151~200、201~250、251~300、301~350、351~400和>400 mm。采用空胃率和胃饱满指数这两个指标来研究细纹狮子鱼的摄食强度^[10-12],并用Kruskal-Wallis非参数秩检验和卡平方(χ^2)检验不同月份和不同体长组平均饱满指数和空胃率的差异情况。采用SPSS 16.0进行统计分析;采用PRIMER 5.0进行聚类分析,并以相似性系数60%为标准来研究各月份食物组成的相似性^[13]。

表1 各月份采集的细纹狮子鱼样品

Tab. 1 Seasnail samples of each month

月份 month	体长/mm body length		样品数 number
	范围 range	平均 mean	
1月 January	158~525	337.63 ± 50.17	231
3月 March	18~97	32.20 ± 12.60	156
6月 June	42~223	108.48 ± 34.02	542
7月 July	47~317	165.55 ± 54.86	783
8月 August	50~410	208.61 ± 63.25	429
9月 September	132~351	234.56 ± 44.44	243
10月 October	98~417	263.46 ± 57.18	621

2 结果

2.1 细纹狮子鱼摄食的周年变化

根据各鱼种渔获量占总渔获量的百分比,黄海中南部各月份优势种的组成不同(图1)。1、3、6、7、8、9和10月优势种的渔获量之和分别占各月份总渔获量的75.56%、72.58%、87.29%、83.09%、86.16%、65.35%和86.01%,月份,除3

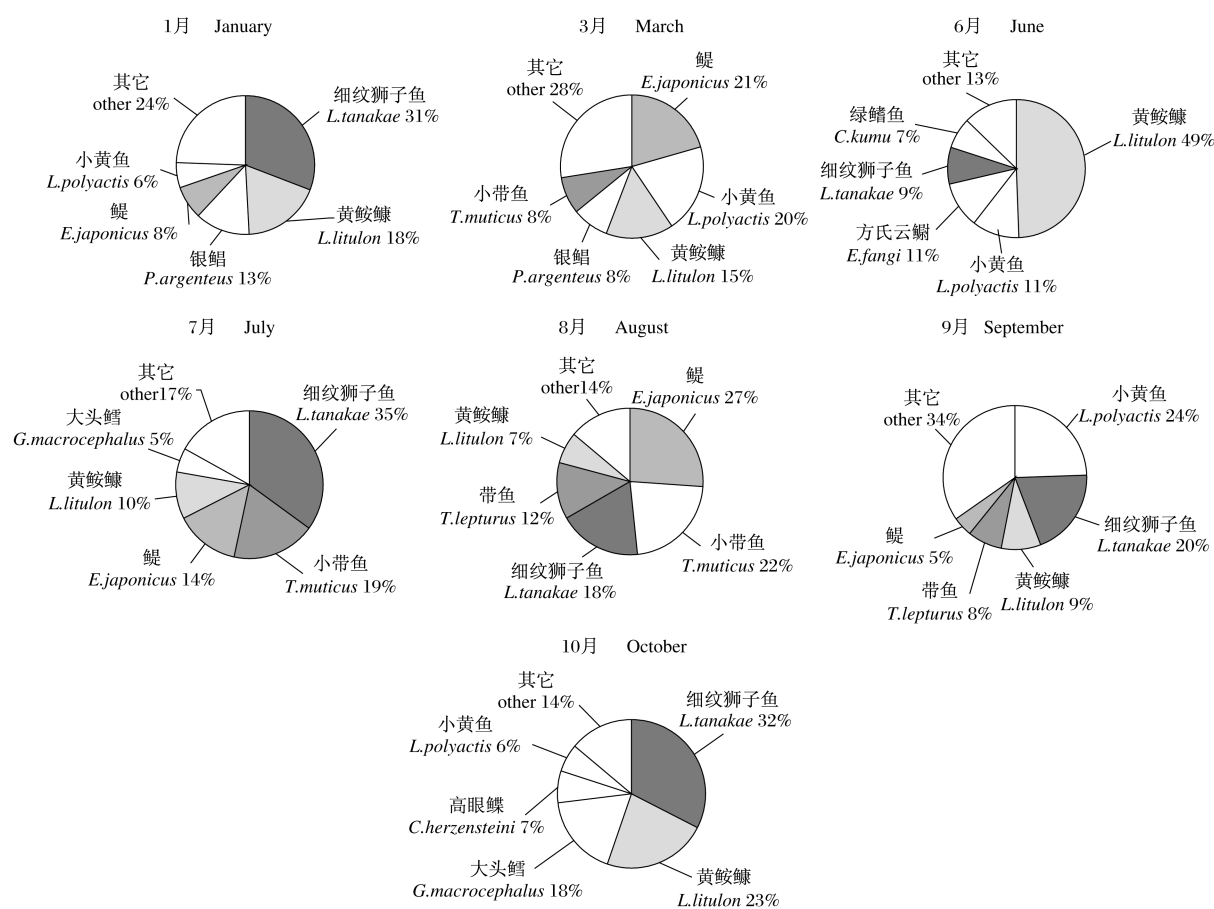


图1 黄海中南部各月份的优势种

Fig. 1 The dominant fish species of each month in the central and southern Yellow Sea

细纹狮子鱼均是各月份的优势种之一。其中在 1、7 和 10 月份,细纹狮子鱼排第 1 位,分别占渔获量的 30.72%、34.91% 和 32.42%;在 8 月份和 9 月份是第 3 位和第 2 位,分别占渔获量的 18.28% 和 19.56%;6 月份是第 4 位,占渔获量的 8.63%。

胃含物分析结果(表 2)表明细纹狮子鱼共摄食 17 类 60 余种饵料,根据各种饵料的出现频率百分比组成,各月份摄食的饵料种类有较大差异。细纹狮子鱼摄食的浮游动物饵料包括磷虾类、桡足类、毛虾类、糠虾类、螯类和甲壳类幼体 6 类,以 3 月份和 6 月份摄食最多,分别占这 2 个月摄食食物的 18.90% 和 16.84%,其中以长额刺糠虾(*Acanthomysis longirostris*)和太平洋磷虾(*Euphausia pacifica*)为主。细纹狮子鱼摄食的底栖动物饵料包括钩虾类、涟虫类、腹足类、双壳类、多毛类和棘皮动物 6 类,以钩虾类和涟虫类为主;细纹狮子鱼在 3 月份和 6 月份摄食底栖动物饵料最多,分别占这 2 个月摄食食物的 76.89% 和 20.92%,3 月主要摄食钩虾类和涟虫类,6 月主要摄食钩虾类。除 3 月份以外,细纹狮子鱼在各月

份均摄食较多的底层虾类,占摄入食物的 54.60%~79.25%。摄食的底层虾类中以脊腹褐虾为主,占摄入底层虾类的 61.10%~90.00%;其次是中华安乐虾。细纹狮子鱼各月份摄食的蟹类、口足类和头足类都不多,分别以双斑螯、口虾蛄和双喙耳乌贼为主。除 3 月份和 6 月份以外,细纹狮子鱼摄食的鱼类有近 20 种,占各月份摄食食物的 14.68%~26.16%;其中以方氏云鳎为主,其次是鳀,其它被摄食的饵料鱼种在各月份有较大差异。

以相似性系数 60% 为标准,聚类分析将本研究 7 个月份的食物组成分为 4 个组(图 2)。第 1 组是 3 月份,主要摄食底栖动物饵料中的钩虾类和涟虫类,营养级全年最低,为 3.27;第 2 组是 6 月份,摄食的饵料类型较广,主要摄食浮游动物饵料中的磷虾类,底栖动物饵料中的钩虾类,以及底层虾类,营养级为 3.92;第 3 组是 7—10 月,摄食的相似性水平为 66.65%,主要摄食底层虾类,还摄食较多的鱼类,营养级在 4.28~4.33;第 4 组是 1 月份,仍然主要摄食底层虾类,但摄食鱼类饵料的比增大,营养级为 4.32。

表 2 细纹狮子鱼的食物组成

Tab.2 Diet composition of seasnail		%						
饵料种类 prey item	1 月 January	3 月 March	6 月 June	7 月 July	8 月 August	9 月 September	10 月 October	
磷虾类 Euphausiacea	—	3.78	13.30	0.14	—	—	1.56	
桡足类 Copepoda	—	2.10	—	—	—	—	—	
毛虾类 Acetes	3.33	—	—	—	—	—	—	
糠虾类 Mysidacea	—	9.24	0.18	—	—	—	—	
螯类 Hyperiid amphipods	—	3.36	3.01	1.16	—	—	—	
甲壳类幼体 Crustacea larva	—	0.42	0.35	2.03	—	0.43	—	
钩虾类 Gammarid amphipods	—	52.52	20.92	1.74	0.36	—	—	
涟虫类 Cumacea	—	22.27	—	—	—	—	—	
腹足类 Gastropoda	—	0.84	—	—	—	1.73	3.60	
双壳类 Bivalvia	—	0.42	—	—	0.18	—	—	
多毛类 Polychaeta	—	0.42	—	—	—	—	0.16	
棘皮动物 Echinodermata	1.11	0.42	—	0.43	0.18	—	0.63	
底层虾类 Demersal shrimp	60.97	2.94	54.60	71.50	79.25	73.59	69.17	
脊腹褐虾 <i>Crangon affinis</i>	37.25	0.84	35.64	51.67	58.85	66.23	57.28	
中华安乐虾 <i>Eualus sinensis</i>	13.75	—	3.19	12.01	14.31	6.06	5.63	
日本鼓虾 <i>Alpheus japonicus</i>	1.55	—	7.09	1.74	3.04	0.43	0.63	
葛氏长臂虾 <i>Palaemon gravieri</i>	1.33	—	0.53	0.14	1.97	—	1.88	
海蜆虾 <i>Latreutes anoplonyx</i>	2.22	—	0.53	0.15	0.18	—	1.56	
细螯虾 <i>Leptochela gracilis</i>	0.67	—	5.67	0.29	—	—	0.16	
戴氏赤虾 <i>Metapenaeopsis dalei</i>	1.55	—	—	0.72	0.36	—	—	
细巧拟对虾 <i>Parapenaeopsis tenellus</i>	1.11	—	—	0.15	—	—	—	
其它虾类 other decapoda	1.54	2.10	1.95	4.63	0.54	0.87	2.03	

续表 2

饵料种类 prey item	1 月 January	3 月 March	6 月 June	7 月 July	8 月 August	9 月 September	10 月 October
蟹类 Crab	6.21	—	2.85	4.91	3.77	1.30	5.80
双斑螯 <i>Charybdis bimaculata</i>	4.88	—	2.13	2.46	1.79	0.43	2.35
矮小黄道蟹 <i>Cancer pygmaeus</i>	0.22	—	0.18	0.43	0.72	—	0.16
隆背黄道蟹 <i>Cancer gibbosulus</i>	—	—	0.18	—	0.36	—	0.31
泥脚隆背蟹 <i>Carcinoplax vestitus</i>	0.22	—	—	0.72	0.18	—	0.16
枯瘦突眼蟹 <i>Oregonia gracilis</i>	—	—	—	0.43	—	—	0.94
长手隆背蟹 <i>Carcinoplax longimana</i>	—	—	—	—	0.36	—	0.94
其它蟹类 other crab	0.89	—	0.36	0.87	0.36	0.87	0.94
口足类 Stomatopoda	1.11	—	1.06	—	0.54	—	—
口虾蛄 <i>Oratosquilla oratoria</i>	1.11	—	1.06	—	0.54	—	—
头足类 Cephalopoda	1.11	0.42	1.06	2.60	1.07	—	0.47
双喙耳乌贼 <i>Sepiolo birostrata</i>	0.22	0.42	1.06	2.60	0.89	—	—
日本枪乌贼 <i>Loligo japonica</i>	0.89	—	—	—	0.18	—	0.47
鱼类 Pisces	26.16	0.84	2.67	15.49	14.68	22.95	18.62
方氏云鳎 <i>Enedrias fangi</i>	1.11	—	1.24	10.71	9.66	16.88	7.98
鳀 <i>Engraulis japonicus</i>	4.66	—	—	2.46	2.33	4.33	5.95
皮氏叫姑鱼 <i>Johnius belengerii</i>	2.00	—	—	0.15	—	—	0.78
高眼鲈 <i>Cleisthenes herzensteini</i>	1.11	—	—	—	0.54	—	0.31
小黄鱼 <i>Larimichthy polyactis</i>	0.44	—	—	0.29	—	—	0.16
矛尾刺鰕虎鱼 <i>Acanthogobius hasta</i>	2.88	—	—	—	—	—	—
六丝矛尾鰕虎鱼 <i>Amblychaeturichthys hexanema</i>	—	—	0.18	0.43	0.18	—	—
矛尾鰕虎鱼 <i>Chaeturichthys stigmatias</i>	0.22	—	0.35	—	1.25	0.43	0.63
细纹狮子鱼 <i>Liparis tanakae</i>	—	—	0.18	0.43	0.18	0.43	0.31
鲷 <i>Scomber japonicus</i>	0.22	—	—	—	—	—	0.16
虹鲷 <i>Erisphex pottii</i>	0.44	—	—	—	0.36	—	0.31
黄鲫 <i>Setipinna taty</i>	2.00	—	—	—	—	—	—
细条天竺鱼 <i>Apogon lineatus</i>	1.33	—	—	—	—	—	—
七星底灯鱼 <i>Benthosema pterotum</i>	1.55	—	—	—	—	—	—
带鱼 <i>Trichiurus haumela</i>	0.22	—	—	—	—	—	—
多鳞鱚 <i>Sillago sihama</i>	0.22	—	—	—	—	—	—
黑鳃梅童 <i>Collichthys niveatus</i>	0.22	—	—	—	—	—	—
赤鼻棱鳀 <i>Thryssa kammalensis</i>	—	—	0.18	—	—	—	—
尖海龙 <i>Syngnathus acus</i>	6.43	—	—	0.15	0.18	—	0.78
其它鱼类 other fish	1.11	0.84	0.54	0.87	—	0.88	1.25
营养级 trophic level	4.32	3.27	3.92	4.29	4.33	4.32	4.28

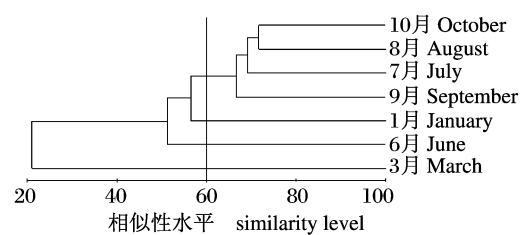


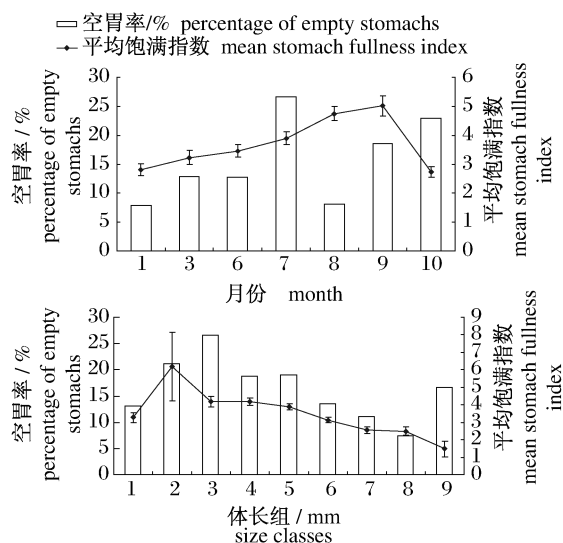
图 2 细纹狮子鱼各月份食物组成的聚类分析图
Fig. 2 Dendrogram of the cluster analysis of the dietary composition of seasnail in each month

检验结果表明,细纹狮子鱼的平均饱满指数 ($x^2 = 137.41, P < 0.001$) 和空胃率 ($x^2 = 20.49, P = 0.002$) 均有显著的周年变化(图 3)。平均饱满指数在 8 月份和 9 月份达到最大,1 月份和 8 月份的空胃率最低。

2.2 细纹狮子鱼摄食随体长的变化

检验结果表明,细纹狮子鱼的平均饱满指数 ($x^2 = 115.83, P < 0.001$) 和空胃率 ($x^2 = 17.63, P = 0.024$) 均有显著的体长变化(图 3)。平均饱满指

数在 51 ~ 100 mm 体长组达到最大后,随体长的增加逐渐下降,到体长 > 400 mm 组降至最低;空胃率在 101 ~ 150 mm 体长组达到最大后,随体长的增加逐渐下降,到体长 351 ~ 400 mm 组降至最低。

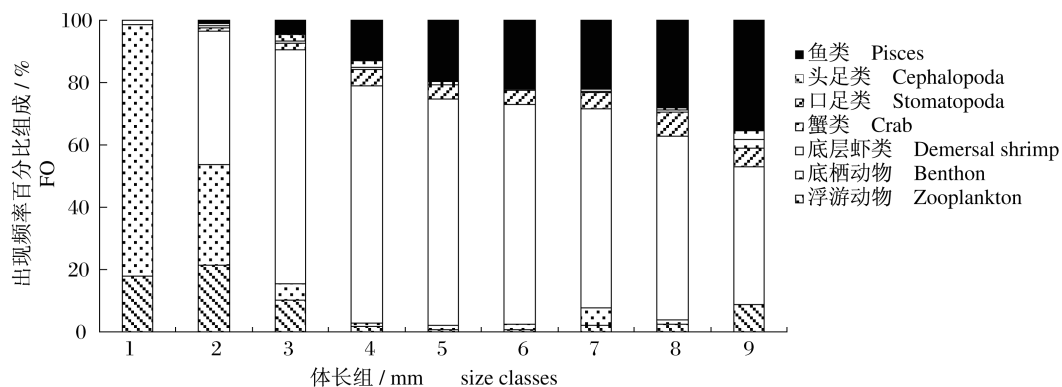


1. < 50 mm, 2. 51 ~ 100 mm, 3. 101 ~ 150 mm, 4. 151 ~ 200 mm, 5. 201 ~ 250 mm, 6. 251 ~ 300 mm, 7. 301 ~ 350 mm, 8. 351 ~ 400 mm, 9. > 400 mm.

图 3 细纹狮子鱼各月份和各体长组的空胃率和平均饱满指数(竖线表示标准误差)

Fig. 3 Percentage of empty stomach and mean stomach fullness index (vertical bars indicate S. E.) for each month and each size class of seasnail

将各体长组细纹狮子鱼摄食的饵料生物归为



1. < 50 mm, 2. 51 ~ 100 mm, 3. 101 ~ 150 mm, 4. 151 ~ 200 mm, 5. 201 ~ 250 mm, 6. 251 ~ 300 mm, 7. 301 ~ 350 mm, 8. 351 ~ 400 mm, 9. > 400 mm.

图 4 各体长组细纹狮子鱼的食物组成

Fig. 4 Diet composition for every size class of seasnail

3 讨论

3.1 细纹狮子鱼的摄食及其随体长的变化

本研究结果表明,细纹狮子鱼除在 3 月份主

以下饵料类群:浮游动物(包括桡足类、磷虾类、水蚤类、毛虾类、糠虾类和甲壳类幼体)、底栖动物(包括钩虾类、腹足类、双壳类、多毛类、涟虫类和棘皮动物)、底层虾类、蟹类、口足类、头足类和鱼类后分析表明,细纹狮子鱼的摄食有显著的体长变化(图 4)。< 50 mm 的细纹狮子鱼摄食浮游动物、底栖动物和底层虾类,底栖动物饵料占摄入食物的 80.80%,该体长组的细纹狮子鱼属底栖动物食性。51 ~ 100 mm 体长组的细纹狮子鱼摄食这 7 类饵料,但蟹类、口足类、头足类和鱼类所占的比例均不足 1%,摄食的浮游动物、底栖动物和底层虾类分别占摄入食物的 21.23%、32.62% 和 42.77%,该体长组的细纹狮子鱼属广食性。101 ~ 150 mm、151 ~ 200 mm、201 ~ 250 mm、251 ~ 300 mm、301 ~ 350 mm 这 5 个体长组摄食的底层虾类占食物组成的 63.92% ~ 76.04%,因此,101 ~ 350 mm 的细纹狮子鱼属底层虾食性。但该体长范围的细纹狮子鱼摄食底层虾类的比例随体长的增加而下降,而摄食鱼类的比例随体长增加而逐渐增加,摄食鱼类从 101 ~ 150 mm 体长组的 4.56% 增加至 301 ~ 350 mm 体长组的 22.16%。351 ~ 400 mm、> 400 mm 这两个体长组摄食底层虾类的比例进一步下降,分别占食物组成的 58.80% 和 44.12%,摄食鱼类的比例进一步增加,分别占食物组成的 28.00% 和 35.29%;因此,> 350 mm 的细纹狮子鱼属虾/鱼食性。

要摄食钩虾类和涟虫类饵料以外,全年主要摄食的底层虾类,以脊腹褐虾为主,其次是中华安乐虾;摄食的鱼类以方氏云鲷为主,其次是鳀;细纹狮子鱼还有同种残食的现象。以往的大量研究表

明,细纹狮子鱼属底栖动物动物食性鱼类,主要以底层虾类和鱼类为食,其优势饵料生物为脊腹褐虾和鳀^[1,4-7]。但本研究对7个月,体长在18~525 mm范围内的3 005尾细纹狮子鱼胃含物样品的研究表明,细纹狮子鱼的摄食习性有显著的周年变化和体长变化,而且尽管脊腹褐虾仍是除3月份以外的其它月份或体长超过100 mm的细纹狮子鱼的优势饵料生物,但方氏云鳎替代鳀成为细纹狮子鱼的优势饵料生物。可见,黄海鳀资源量的衰退严重影响了以其为食的捕食者的饵料供应,这在高眼鲈^[12]和小黄鱼^[11]也有类似现象。

鱼类摄食随体长变化是一个普遍的现象,就个体而言,随着鱼体的生长发育,摄食习性发生各种形式的食物转换现象,一方面是对不同生长发育阶段的适应,同时也为了满足鱼类不同发育阶段的营养需求。当前在对黄海生态系统的一些重要经济鱼种,如带鱼^[14]、小黄鱼^[8,11]、高眼鲈^[12]和黄鲫^[15]的摄食习性研究中,均发现了明显的食物转换现象。另外,体长在营养功能群划分,以及考察食物资源的利用和分配中也非常重要^[16-18],忽略资源利用的体长差异会人为地高估资源重叠,或过多地关注种间的相互关系^[19]。MUNOZ等^[20]研究发现,如果完全基于分类或种的基础上划分营养功能群,智利沿岸潮间带的10种肉食性鱼类仅能划分出1个明显的营养功能群,而如果考虑体长,就可以划分出4个营养功能群。张波等^[13]的研究也发现,东海4个鱼类群落的30种鱼类中的9种鱼由于受体长的影响,在不同鱼类群落中归属不同的功能群。本研究结果表明,细纹狮子鱼在18~525 mm体长范围内发生了3次显著的食性转换:体长在50 mm时从底栖动物食性转换为摄食浮游动物、底栖动物和底层虾类的广食性;体长达到100 mm时转换为底层虾食性;体长达到350 mm时转换为虾/鱼食性。因此,不同体长的细纹狮子鱼在黄海生态系统的鱼类群落中也应归属不同的营养功能群^[21]。

鱼类的摄食强度随体长的变化表现为随体长的增加而增强^[10]、减弱^[22-23]和没有显著变化^[8,11-12,15],细纹狮子鱼是黄海摄食强度较高的鱼种之一^[24],其摄食强度有显著的体长变化。由于鱼类的摄食强度与胃饱满指数成正比,与空胃率成反比^[22],从平均饱满指数看,细纹狮子鱼的

摄食强度在51~100 mm体长组达到最大;而从空胃率看,细纹狮子鱼的摄食强度在大于351~400 mm体长组达到最大。由此可见,个体较小的细纹狮子鱼可能受活动能力的限制,空胃率高,个体通过大量摄食来达到高的摄食强度以满足鱼体快速生长的需求;随着个体的长大,活动能力和捕食能力增强,空胃率减少,摄食量下降,个体通过高的捕获食物的机率来达到高的摄食强度以满足鱼体各项生理活动的需求。

3.2 细纹狮子鱼摄食的周年变化

细纹狮子鱼的摄食存在显著的周年变化,一方面表现为各月份摄食的饵料种类有差异,这与海区中饵料生物的季节变化密切相关,在其它鱼类也发现有类似的现象^[11,25-26]。由于作为细纹狮子鱼优势饵料生物的脊腹褐虾,其生殖期长,繁殖率高,资源更新快,全年在黄海的数量很大,资源丰富^[27],因此,海区中饵料生物的季节变化并不是导致细纹狮子鱼摄食习性周年变化的主要原因。

细纹狮子鱼摄食的周年变化最主要的还是表现在摄食饵料种类的显著转换上,3月份主要摄食底栖动物饵料;6月份摄食的饵料类型较广,主要摄食浮游动物、底栖动物和底层虾类;7—10月主要摄食底层虾类;1月份主要摄食底层虾类和鱼类。这是由于体长的变化,即细纹狮子鱼在各月份处于不同的生长发育阶段(图5)引起的。黄海细纹狮子鱼的繁殖期为1月上旬至3月上旬^[1,28],3月份的细纹狮子鱼主要是幼鱼,90%以上个体的体长小于50 mm,随着生长发育,各月份平均体长和体长分布发生变化(表1和图5),摄食的饵料种类发生了3次显著的转换,这与其摄食习性随体长增加发生的3次显著的食性转换现象相对应。可见,体长是导致细纹狮子鱼摄食习性周年变化的主要因素。

细纹狮子鱼终年摄食,且与其它鱼种相比^[11-12,14,24]终年摄食强度较高,但其摄食强度有显著的周年变化。平均饱满指数在8月份和9月份达到最大,1月份和8月份的空胃率最低。综合平均饱满指数和空胃率这两个指标,细纹狮子鱼全年有两个摄食高峰,8月份是细纹狮子鱼摄食的最高峰,高的摄食强度满足了细纹狮子鱼快速生长的需求;随后摄食强度下降,到1月份繁殖前期,摄食强度又增强以满足繁殖的需求。

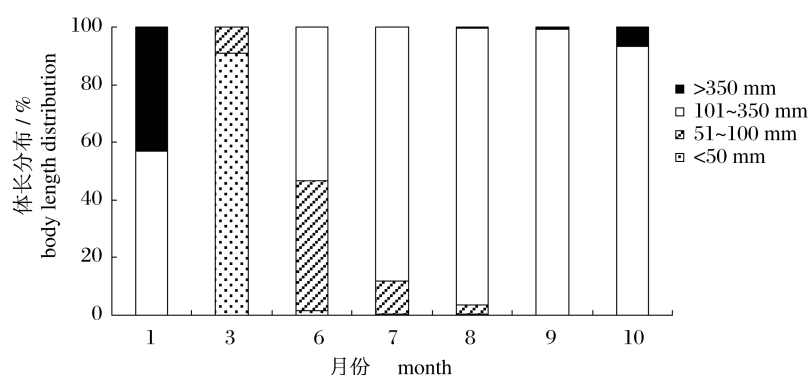


图5 各月份组细纹狮子鱼样品的体长分布

Fig. 5 Body length distribution of seasnail samples in each month

3.3 细纹狮子鱼在黄海生态系统中的功能地位

JIN 等^[29]的研究发现,细纹狮子鱼在 1959 年的 4 个季节均不是黄海生态系统鱼类群落的优势鱼种,到 1985 夏季成为优势鱼种的第 6 位,占渔获量的 3.4%;1985 年秋季是优势鱼种的第 3 位,占渔获量的 12.0%。张波^[2]对 2000—2001 年黄海食物网结构的研究表明,蓝点马鲛(营养级 4.8)、星鳎(营养级 4.8)和带鱼(营养级 4.9)这样的优质顶级肉食性鱼类不再是黄海食物网结构中的重要资源种类,取而代之的是黄鲛鲷、细纹狮子鱼这些经济价值不高,营养级在 4.5 以下的种类成为黄海生态系统的顶级捕食者。在本研究的 7 个月份中,除 3 月份以外,细纹狮子鱼均是各月份的优势种之一。同时,根据“简化食物网”的研究策略,把占总渔获量 90% 左右的种类作为在食物关系、营养层次转化中发挥重要作用的重要种类来开展海洋生态系统动力学研究^[13,21],因此,除 3 月份以外,细纹狮子鱼也是各月份黄海生态系统“食物网”重要种类。由此可见,细纹狮子鱼在黄海生态系统中占据非常重要的地位。

由于摄食存在显著的周年变化和体长变化,细纹狮子鱼在黄海生态系统中所处的营养地位也有显著差异。3 月份主要是小于 50 mm 的细纹狮子鱼,种群以归属底栖动物食性功能群为主,营养级全年最低;6 月份以 51~100 mm 和 101~150 mm 两个体长组为主,种群归属广食性功能群和虾食性功能群这 2 个功能群,营养级升高;7 月份至次年的 1 月份,营养级达到最高,但 7—10 月主要是 101~350 mm 的个体,种群以归属虾食性功能群为主,1 月份以 101~350 mm 和 >350 mm 两个体长组为主,种群归属虾食性功能群和虾/鱼

食性功能群这 2 个功能群。

参考文献:

- [1] 赵传纲. 中国海洋渔业资源[M]. 杭州:浙江科学技术出版社,1990.
- [2] 张波. 中国近海食物网及鱼类营养动力学关键过程的初步研究[D]. 青岛:中国海洋大学,2005.
- [3] JIN X, ZHANG B, XUE Y. The response of the diets of four carnivorous fishes to variations in the Yellow Sea ecosystem[J]. Deep-Sea Research, 2010, 57(11-12): 996-1000.
- [4] 韦晟,姜卫民. 黄海鱼类食物网的研究[J]. 海洋与湖沼, 1992, 23(2): 182-192.
- [5] 姜卫民. 细纹狮子鱼的食性及其食物消耗量初探[J]. 中国水产科学, 1996, 3(3): 8-15.
- [6] 张波,唐启升. 渤、黄、东海高营养层次重要生物资源种类的营养级研究[J]. 海洋科学进展, 2004, 22(4): 393-404.
- [7] 薛莹,徐宾铎,高天翔,等. 北黄海细纹狮子鱼摄食生态的初步研究[J]. 中国水产科学, 2010, 17(5): 1066-1074.
- [8] 郭斌,张波,金显仕. 黄海海洲湾小黄鱼幼鱼的食性及其随体长的变化[J]. 中国水产科学, 2010, 17(2): 289-297.
- [9] 张波,唐启升. 东、黄海六种鳎的食性[J]. 水产学报, 2003, 27(4): 307-314.
- [10] MORATO T, SERRAO S R, PEDRO A J. Feeding habits, seasonal and ontogenetic diet shift of blacktail comber, *Serranus atricauda* (Pisces: Serranidae), from the Azores, north-eastern Atlantic[J]. Fisheries Research, 2000, 49(1): 51-59.
- [11] XUE Y, JIN X, ZHANG B, et al. Seasonal, diet and ontogenetic variation in feeding patterns of small yellow croaker in the central Yellow Sea[J]. Journal

- of Fish Biology, 2005, 67(1): 33-50.
- [12] 张波. 黄海中部高眼鲽的摄食及随体长的变化[J]. 应用生态学报, 2007, 18(8): 1849-1854.
- [13] 张波, 唐启升, 金显仕. 东海高营养层次鱼类功能群及其主要种类[J]. 中国水产科学, 2007, 14(6): 939-949.
- [14] 张波. 东、黄海带鱼的摄食习性及其随发育的变化[J]. 海洋水产研究, 2004, 25(2): 6-12.
- [15] 郭斌, 张波, 戴芳群, 等. 海洲湾黄鲫幼鱼的食性及其随叉长的变化[J]. 水产学报, 2010, 34(6): 741-747.
- [16] LIVINGSTON R J. Trophic organization of fishes in a coastal seagrass system[J]. Mar Ecol Prog Ser, 1982, 7: 1-12.
- [17] GARRISON L P, LINK J S. Dietary guild structure of the fish community in the Northeast United States continental shelf ecosystem[J]. Mar Ecol Prog Ser, 2000, 202: 231-240.
- [18] GARRISON P G. Spatial and dietary overlap in the Georges bank groundfish community[J]. Can J Fish Aquat Sci, 2000, 57(8): 1679-1691.
- [19] PIET G J, PET J S, GURUGE W A H P, *et al.* Resource partitioning along three niche dimensions in a size-structured tropical fish assemblage[J]. Can J Fish Aquat Sci, 1999, 56(7): 1241-1254.
- [20] MUNOZ A A, OJEDA F P. Guild structure of carnivorous intertidal fishes of the Chilean coast: implications of ontogenetic dietary shifts [J]. Oecologia, 1998, 114(4): 563-573.
- [21] 张波, 唐启升, 金显仕. 黄海生态系统高营养层次生物群落功能群及其主要种类[J]. 生态学报, 2009b, 29(3): 1009-1111.
- [22] LABROPOUDOU M, MACHIAS A, TSIMENIDES N, *et al.* Feeding habits and ontogenetic diet shift of the striped red mullet, *Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758 [J]. Fisheries Research, 1997, 31(3): 257-267.
- [23] LUKOSCHEK V, MCCORMICK M I. Ontogeny of diet changes in a tropical benthic carnivorous fish, *Parupeneus barberinus* (Mullidae): relationship between foraging behaviour, habitat use, jaw size, and prey selection [J]. Marine Biology, 2001, 138(6): 1099-1113.
- [24] 薛莹, 金显仕, 赵宪勇, 等. 秋季黄海中南部鱼类群落对饵料生物的摄食量[J]. 中国海洋大学学报, 2007, 37(1): 75-82.
- [25] 窦硕增, 杨纪明. 黄河口黄盖鲽的食性及摄食的季节变化[J]. 海洋学报, 1992, 14(6): 103-112.
- [26] 窦硕增, 杨纪明. 渤海南部牙鲆的食性及摄食的季节性变化[J]. 应用生态学报, 1993, 4(1): 74-77.
- [27] 程济生. 脊腹褐虾[M]//黄、渤海生物资源与栖息环境. 北京: 科学出版社, 2005: 366-368.
- [28] 万瑞景, 姜言伟. 渤、黄海硬骨鱼类鱼卵与仔稚鱼种类组成及其生物学特征[J]. 上海水产大学学报, 2000, 9(4): 290-297.
- [29] JIN X, TANG Q. Changes in fish species diversity and dominant species composition in the Yellow Sea [J]. Fisheries Research, 1996, 26(3-4): 337-352.

Feeding habits and their variation of seasnail (*Liparis tanakae*) in the central and southern Yellow Sea

ZHANG Bo^{*}, JIN Xian-shi, DAI Fang-qun

(Key Laboratory for Sustainable Utilization of Marine Fishery Resources, Ministry of Agriculture, Key Laboratory for Fishery Resources and Eco-environment, Shandong Province, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China)

Abstract: Based on seven bottom trawl surveys conducted in the central and southern Yellow Sea, which covered the range of 120° – 124°E, 33° – 37.5°N, in seven months from January 2006 to July 2009, total of 3 005 stomach samples of seasnail *Liparis tanakae* with body length of 18 – 525 mm were collected. Stomach content analysis, cluster analysis and trophic level were used to study the feeding habits and their ontogenetic variation and monthly variation. The results showed that seasnail is important fish species in food web and plays an important role in the marine ecosystems of the Yellow Sea. Seasnail fed on more than 60 prey species. *Crangon affinis* was the dominant prey item of seasnail, and *Enedrias fangi* became the dominant prey item instead of anchovy *Engraulis japonicus*. The feeding habits of seasnail had significant monthly and ontogenetic variations. Seasnail mainly fed on benthon at less than 50 mm body length; on zooplankton, benthon and demersal shrimps at 51 – 100 mm body length; When it mainly fed on demersal shrimps at 101 – 350 mm body length, the frequency of fish in the food increased gradually with increasing fish size, whereas the frequency of demersal shrimps decreased; It mainly fed on demersal shrimps and fish at greater than 350 mm body length. Therefore, there were three shifts in feeding habits in the fish at about 50 mm, 100 mm and 350 mm body length, respectively. Seasnail at different body lengths belonged to different functional groups in the Yellow Sea ecosystem. Seasnail with less than 50 mm body length belonged to benthivores functional group, fish with 51 – 100 mm body length belonged to generalist predators functional group, fish with 101 – 350 mm body length belonged to shrimp predators functional group, and fish with greater than 350 mm belonged to shrimp/fish predators functional group. The food composition of seasnail varied monthly. Cluster analysis revealed that feeding habits in seven months could be divided into four groups. The body length was the main factors that cause monthly variation in feeding habits of seasnail. Seasnail was one kinds of fish with higher feeding activity in the Yellow Sea, but the feeding activity, as indicated by the percentage of empty stomachs (PES) and mean stomach fullness index (MSFI), varied significantly among different classes of sizes and different months. The PES and MSFI each had highest value at 101 – 150 mm and 51 – 100 mm size classes, respectively, then all decreased with increasing fish size. So, seasnail with small size obtained higher feeding activity by higher food consumption, but fish with larger size obtained higher feeding activity by higher feeding opportunity. By integration of the PES and MSFI in each month, seasnail had two feeding peaks in August and January in a year.

Key words: seasnail (*Liparis tanakae*); food composition; feeding activity; ontogenetic variation; body length variation; the central and southern Yellow Sea

Corresponding author: ZHANG Bo. E-mail: zhangbo@ysfri.ac.cn