

黄海南部黄鮟鱇摄食生态

张学健^{1,2}, 程家骅¹, 沈伟¹, 刘尊雷¹

(1. 中国水产科学研究院东海水产研究所, 农业部海洋与河口渔业资源及生态重点开放实验室, 上海 200090;

2. 国家海洋局第二海洋研究所, 杭州 310012)

摘要: 根据对 2008 年 9 月至 2009 年 7 月在黄海南部所捕获的黄鮟鱇胃含物的分析, 对其摄食生态进行了研究。结果表明, 黄海南部黄鮟鱇主要摄食小黄鱼 (*Pseudosciaena polyactis*)、矛尾鰕虎鱼 (*Chaeturichthys stigmatias*)、细条天竺鲷 (*Apogonichthys lineatus*)、带鱼 (*Trichiurus haumela*)、龙头鱼 (*Harpodon nehereus*)、鹰爪虾 (*Trachypenaeus curvirostris*)、鳀鱼 (*Engraulis japonicus*) 等饵料生物。鱼类是黄鮟鱇最主要的摄食类群, 在食物中所占的重量百分比之和为 83.44%。黄鮟鱇的摄食强度具有明显的季节变化和体长变化, 冬季最高, 春季最低; 小于 100mm 体长组最高, 大于 500mm 体长组最低。在 4 个季节和 6 个体长组中, 小黄鱼都是黄鮟鱇胃中重量百分比最高的饵料生物。矛尾鰕虎鱼和细条天竺鲷在黄鮟鱇幼鱼胃含物中所占比例较高, 但在成鱼胃含物中所占比例较低。聚类分析的结果显示, 黄鮟鱇在体长为 100mm 时发生食性转换。黄鮟鱇营养级为 3.66, 表明其在东、黄海食物网中处于较高的位置。

关键词: 黄鮟鱇; 黄海南部; 摄食生态; 摄食强度; 季节变化; 体长变化

Feeding ecology of *Lophius litulon* in the south of Yellow Sea

ZHANG Xuejian^{1,2}, CHENG Jiahua¹, SHEN Wei¹, LIU Zunlei¹

1 Key and Open Laboratory of Marine and Estuarine Fisheries Resources and Ecology, Ministry of Agriculture, East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China

2 Second Institute of Oceanography, SOA, Hangzhou 310012, China

Abstract: The yellow goosefish (*Lophius litulon*), a demersal fish, is distributed in the Western Pacific, including the East China Sea, Yellow Sea, Bohai Sea, Japan and Korean waters. It is a cold-temperate species, typically captured at depths of 40—90 meters in a temperature range of 11—14 degree. In recent years, since traditional fishery resources have been overexploited, yellow goosefish has become an important fishery resource in China. It is mainly harvested by mobile stow net along the South Yellow Sea. Its yearly average yield is about 12 thousand tones in the Jiangsu and Zhejiang provinces. However, there have been little studies on this species, especially on its feeding ecology. Previous studies indicated that *Lophius litulon* has a trophic level of 3.66, meaning that it is one of the top trophic level fish species in the East China Sea and Yellow Sea. It feeds on various commercially targeted fish species, and this may have potential effects on these fish species and fisheries.

This paper attempts to study the feeding ecology of *Lophius litulon* by analyzing stomach contents based on monthly samples collected from the South of the Yellow Sea from September 2008 to July 2009. The preliminary results reveal that the diet of *Lophius litulon* varies with fish as the dominant prey species. It makes up 83.44% of the total food weight, including *Larimichthys polyactis*, *Chaeturichthys stigmatias*, *Apogon lineatus*, *Trichiurus japonicus*, *Harpodon nehereus*, *Trachypenaeus curvirostris* and *Engraulis japonicus*. Crustacea and cephalopoda account for 12.45% and 4.23%, respectively. *Larimichthys polyactis* is the most important prey species for *Lophius litulon* through the year and all size groups, comprising 33.05% of the total food weight. *Apogonichthys lineatus* is the most common species and has the largest

基金项目: 东海区渔业资源动态监测网资助项目 (2008-2009)

收稿日期: 2009-11-03; **修订日期:** 2010-03-15

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: ziyuan@sh163.net

number in yellow goosefish stomach. The diet composition varies a lot seasonally, particularly for *Engraulis japonicus*, which consists of 25.52% of the total food weight in winter but disappears in spring. Furthermore, feeding intensity also shows significant seasonal variation and changes in body length. The feeding intensity is maximized in winter and minimized in spring, it is thought to be related to the reproduction strategy, as winter is its pre-spawning period and spring is its spawning season. The individuals less than 100mm in body length have the largest feeding intensity and more than 500 mm have the lowest, which may result in different growth in different development stages. The cluster analysis shows that *Lophius litulon* changes feeding habits when its total length arrives at 100mm. The larvae below 100mm in body length primarily feeds on *Chaeturichthys stigmatias*, while adult fish larger than 200mm in body length prefer *Pseudosciaena polyactis*. However, the findings in this paper differ from other studies partially due to different sampling areas. As a non-selective predator, *Lophius litulon* feeds on different species in different areas, depending on the prey's availability.

Key Words: *Lophius litulon*; South Yellow Sea; feeding ecology; feeding intensity; seasonal variation; length variation

黄鮟鱇(*Lophius litulon*)系鮟鱇目(Lophiiformes), 鮟鱇科(Lophiidae), 黄鮟鱇属(*Lophius*) 鱼类, 为底层鱼类, 分布于西北太平洋海域, 主要包括日本、韩国和我国渤海、黄海和东海海域^[1]。

有研究表明:近年来东海区黄鮟鱇数量呈现快速增加的势头,并逐渐成为东海区帆式张网和拖网渔业利用的主体之一,年产量一度高达 1.2×10^4 t,在帆式张网渔获物中产量仅次于带鱼(*Trichiurus japonicus*)、小黄鱼(*Larimichthys polyactis*)^[2]。黄鮟鱇丰度的大幅提高在带来巨大经济效益的同时,也引发了人们关于其数量激增给海洋生态系统带来何种影响的思考。为此,有必要对黄鮟鱇进行有效的生态功能评价。摄食习性研究作为生态功能评价的重要组成部分,也是研究该鱼种生态功能的基础环节。针对黄鮟鱇摄食习性,国内外已有学者做过研究,梁振林等^[3]和薛莹等^[4]研究发现:黄鮟鱇是东、黄海食物网中营养等级最高的鱼种之一,在整个生态系统中占有重要地位。而陈大刚等^[5]研究认为,黄鮟鱇大量吞食各种鱼虾,可能是海洋鱼虾类增殖的敌害。目前,小坂昌也等^[6]和 Cha 等^[7]分别研究了日本海域和韩国南部海域黄鮟鱇的摄食习性。但这些研究多为对黄鮟鱇成体摄食习性的分析,缺乏对其不同季节和不同生活阶段摄食特征的全面剖析。鉴于此,本文利用2008年9月至2009年7月的取样分析数据,对各季节不同大小黄鮟鱇的摄食生态进行了全面分析,以期深入了解黄鮟鱇生物学特性以及开展合理的资源利用提供依据。

1 材料方法

1.1 样品收集

2008年9月至2009年5月间每月采集黄鮟鱇样品,由于6月、7月份和8月份为东、黄海禁渔期,所以夏季仅于7月份通过东海区渔业资源大面定点调查采集样品。本研究取样区域为黄海南部海域(图1)。取样方式有双拖网、帆张网和虾拖网3种。获得用于胃含物分析的黄鮟鱇样品共439尾,其中双拖网89尾,帆张网329尾,虾拖网21尾。采集的样品放入冷库中冷冻保存,以备后续的胃含物分析。

1.2 胃含物分析

将冷冻后的样品带回实验室进行生物学测定,分别测量每尾鱼的体长和体重,并将鱼胃取出。饵料种类鉴定利用肉眼和解剖镜进行,尽可能鉴定到最低的分类阶元。计数各饵料的个数,并用分析天平称量实际重量。

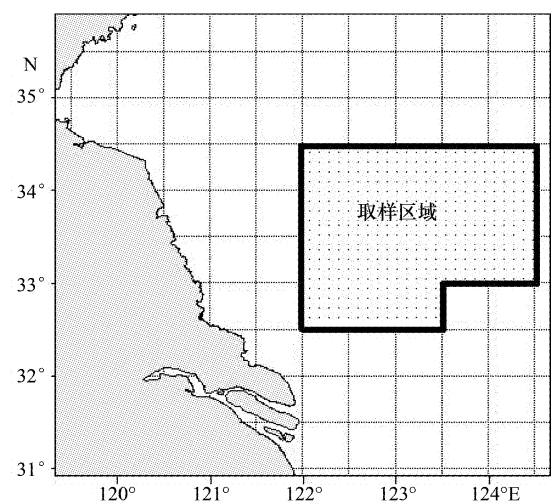


图1 黄鮟鱇取样区域

Fig. 1 Sampling areas of *Lophius litulon*

由于鲛鰈属鱼类存在网内进食现象^[4,8],因此按照 Laurenson 等^[8]的方法,在分析过程中将无明显消化痕迹的饵料舍弃。此外,存在反刍现象的样品(当食物残留在鱼的嘴和咽道里,或者胃是空的而胃壁是很薄的,即认为该鱼反刍)不用于胃含物分析。

1.3 数据处理

统计各饵料成分的质量分数(%)、数量(%)、出现频率(%),以及空胃率和胃饱满指数,计算公式如下:

$$\text{质量分数}(\%) = \frac{\text{饵料生物重量}}{\text{食物团实际重量}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{数量百分比}(\%) = \frac{\text{饵料个数}}{\text{食物团中生物总数}} \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{出现频率}(\%) = \frac{\text{饵料出现次数}}{\text{有食物的总胃数}} \times 100\% \quad (3)$$

$$\text{出现频率百分比}(\%) = \frac{\text{某成分的出现频率}}{\text{各成分出现频率的总和}} \times 100\% \quad (4)$$

$$\text{空胃率}(\%) = \frac{\text{空胃数}}{\text{总胃数}} \times 100\% \quad (5)$$

$$\text{胃饱满指数}(\%) = \frac{\text{食物团重量}}{\text{鱼体纯体重}} \times 100\% \quad (6)$$

将所有样品划分为 0—100mm、> 100—200mm、> 200—300mm、> 300—400mm、> 400—500mm 和 > 500mm 6 个体长组。各体长组用于胃含物分析的样品数见表 1。

表 1 黄鲛鰈各体长组胃含物取样情况

Table 1 Stomach content samples for each size class of *Lophius litulon*

体长组 Size class/mm	0—100	> 100—200	> 200—300	> 300—400	> 400—500	> 500
尾数 Number	37	70	137	131	34	30

利用 Shannon-Wiener 多样性指数 H' ^[9] 对各体长组的食物生态位宽度进行分析。计算公式如下:

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \times \ln P_i \quad (7)$$

式中, s 为饵料生物种数, P_i 为饵料生物在食物中所占的个数百分比。

根据薛莹等^[10]的方法,利用 Primer5.0 软件对对体长组食物组成进行聚类分析,所用指数为 Bray-Curtis 相似性系数。分析前,先将饵料的重量百分比作平方根变换,以便对稀有种给与一定程度的加权。

根据胃含物的组成来推算营养级,用到的公式如下^[11]:

$$TL_i = 1 + \sum_{j=1}^n DC_{ij} TL_j \quad (8)$$

式中, TL_i 为生物 i 的营养级; TL_j 为生物 i 摄食的食物 j 的营养级; DC_{ij} 为食物 j 在生物 i 的食物中所占的比例,本研究用食物成分的出现频率表示(公式 4)。计算使用的初始营养级层次(绿色植物)营养级采用目前国际通过的营养级划分标准,即将第 1 营养层次的绿色植物定为 1 级,植食者为第 2 营养层次(初级消费者),营养级定为 2 级,以植食者为食的肉食动物为第 3 营养层次(次级消费者),营养级定为 3 级,依次类推。基础饵料营养级参考 FishBase 中 food item table^[12]。

2 结果

2.1 摄食强度

黄鲛鰈的平均饱满指数($F = 33.913, P < 0.001$)和空胃率($\chi^2 = 49.64, P < 0.01$)具有明显的季节变化。夏季空胃率最低,仅为 28.3%,春季的空胃率最高,为 66.2%(图 2)。不同体长组之间的空胃率差异显著($\chi^2 = 16.41, P < 0.01$)。在小于 100mm 的体长组,空胃率仅 2.5%。而在大于 500mm 的体长组中,空胃率高

达 56.7% (图 3)。平均饱满指数在冬季最高,为 14.6%,春季最低,仅 2.3%,与此时最高的空胃率相对应(图 2)。不同体长组的平均饱满指数差异显著 ($F = 6.23, P < 0.001$),随着体长的增加,黄鮫鰈的平均饱满指数逐渐降低(图 3),在小于 200mm 的体长组和 200mm 以上体长组之间具有极显著差异 ($P < 0.001$)。

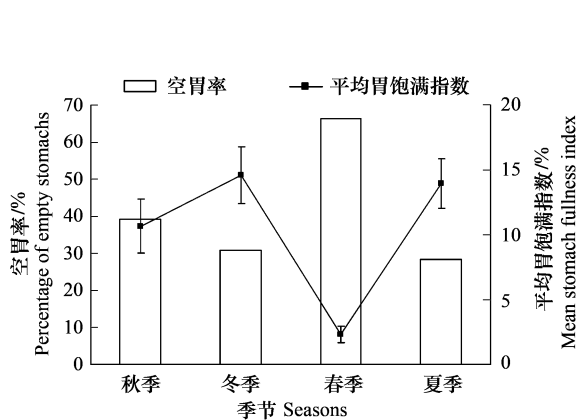


图 2 各季节黄鮫鰈的空胃率和胃饱满指数

Fig. 2 Percent of empty stomachs and mean stomach fullness index of *Lophius litulon* in each season

竖线表示误差线

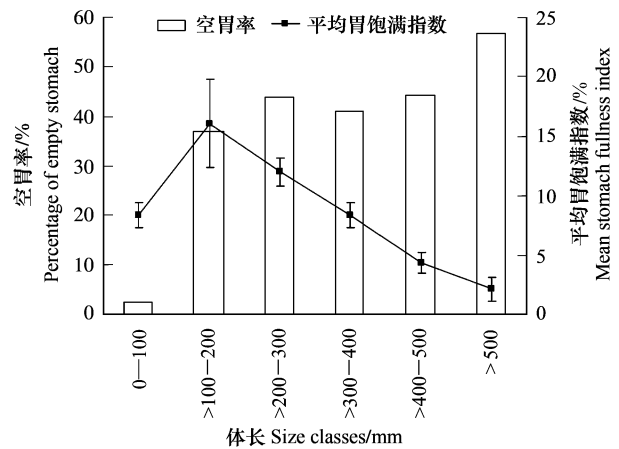


图 3 不同体长组黄鮫鰈的空胃率和胃饱满指数

Fig. 3 Percent of empty stomachs and mean stomach fullness index of *Lophius litulon* of three length groups

竖线表示误差线

2.2 胃含物组成

黄鮫鰈摄食种类全部为游泳动物,包括鱼类、甲壳类和头足类 3 大类别。其中,鱼类是重量百分比最大的类群,达 83.44%,甲壳类和头足类的重量百分比分别为 12.45% 和 4.23%。小黄鱼、矛尾鰕虎鱼 (*Chaeturichthys stigmatias*)、细条天竺鲷 (*Apogonichthys lineatus*)、带鱼、龙头鱼 (*Harpadon nehereus*)、鹰爪虾 (*Trachypenaeus curvirostris*)、鳀鱼 (*Engraulis japonicus*) 是重量百分比最高的 7 种饵料生物,它们的重量百分比之和占到所有饵料生物的 71.60%。

小黄鱼是黄鮫鰈饵料中重量百分比最大的鱼种,高达 33.05%,出现频率为 33.02%。它与矛尾鰕虎鱼、细条天竺鲷共同构成了黄鮫鰈胃含物重量的 50.94%。

数量百分比最大的饵料生物为细条天竺鲷,达 18.02%。其出现频率也最高,为 38.21%。尽管如此,这一小型鱼种的重量百分比并不高,仅为 6.57%。

鹰爪虾是虾类中重量百分比最高的物种,其次为脊腹褐虾 (*Crangon affinis*) 和葛氏长臂虾 (*Palaemon gravieri*)。这 3 种虾类构成了黄鮫鰈饵料重量百分比的 8.33%,显示了一定的重要性。

头足类中剑尖枪乌贼 (*Loligo edulis*) 的重量百分比最高,但与其他饵料生物相比处于较低的水平,仅为 2.14% (表 2)。

2.3 胃含物组成随体长的变化

将聚类分析的结果以相似系数 60% 为标准进行分组,将 6 个体长组分为 2 组,体长小于 100mm 的黄鮫鰈幼鱼的食性与体长大于 100mm 的成鱼之间存在较大差别,其平均相似性系数仅为 31.5%。而在体长大于 200mm 的黄鮫鰈群体中,其平均相似性系数为 85.5% (图 5)。与此相对应的,幼鱼与成鱼的生境宽度之间也存在着显著差异 (表 3)。在饵料组成方面,体长小于 100mm 的黄鮫鰈主要以矛尾鰕虎鱼为食,其重量百分比高达 75.4%。体长在 100 至 200mm 的个体中,小黄鱼开始作为黄鮫鰈的饵料出现,其重量百分比为 21.8%,仅次于矛尾鰕虎鱼。而当黄鮫鰈体长大于 200mm 后,小黄鱼成为其最重要的饵料生物,同时,带鱼和龙头鱼也开始出现,并显示出一定的重要性 (图 4)。

表 2 黄海南部黄鮟鱂食物组成

Table 2 The diet composition of *Lophius litulon* in the south of Yellow Sea

饵料种类 Prey item	数量百分比/% Numerical percentage	质量分数/% Weight percentage	出现频率/% Percent frequency of occurrence
鱼类 Pisces	60.44	83.44	82.72
小黄鱼 <i>Pseudosciaena polyactis</i>	7.77	33.05	33.02
矛尾鰕虎鱼 <i>Chaeturichthys stigmatias</i>	11.14	11.32	34.43
细条天竺鲷 <i>Apogonichthys lineatus</i>	18.02	6.57	38.21
带鱼 <i>Trichiurus haumela</i>	4.69	6.52	14.15
龙头鱼 <i>Harpadon nehereus</i>	2.78	6.16	8.02
鳀鱼 <i>Engraulis japonicus</i>	2.42	3.51	7.55
鲷鱼 <i>Miichthys miuiy</i>	+	3.08	0.47
黄鲫 <i>Setipinna taty</i>	1.32	2.57	8.49
虹鲷 <i>Erisphex potti</i>	2.20	2.05	10.85
皮氏叫姑鱼 <i>Johnius belengerii</i>	1.91	1.92	8.49
不可辨识的鱼类 Unidentified pisces	2.34	1.86	11.32
细纹狮子鱼 <i>Liparis tanakae</i>	0.15	1.02	0.94
白姑鱼 <i>Argyrosomus argentatus</i>	+	0.64	0.47
海鳗 <i>Muraenesox cinereus</i>	0.22	0.46	1.42
竹筴鱼 <i>Trachurus japonicus</i>	+	0.44	0.47
短鰕齿鱼 <i>Champsodon snyderi</i>	2.27	0.43	6.13
银鲷 <i>Stromateoides argenteus</i>	+	0.40	0.47
多棘腔吻鳕 <i>Coelorhynchus multispinulosus</i>	+	0.28	0.47
日本鲭 <i>Scomber japonicus</i>	+	0.24	0.47
凤鲚 <i>Coilia mystus</i>	+	0.20	0.47
鲽科 <i>Pleuronectidae</i> spp.	+	0.20	0.47
棘头梅童鱼 <i>Collichthys lucidus</i>	+	0.14	0.47
麦氏犀鳕 <i>Bregmaceros macclellandi</i>	0.59	0.14	3.30
七星底灯鱼 <i>Benthosema pterotum</i>	1.47	0.11	4.25
绿鳍鱼 <i>Chelidonichthys kumu</i>	0.29	+	0.94
鳎科 <i>Blenniidae</i> spp.	+	+	0.47
鲆类 <i>Bothidae</i> spp.	+	+	0.94
甲壳类 Crustacea	29.45	12.45	78.96
虾类 Decapoda	27.69	9.66	70.97
鹰爪虾 <i>Trachypenaeus curvirostris</i>	11.72	4.47	25.94
脊腹褐虾 <i>Crangon affinis</i>	5.06	2.02	12.26
葛氏长臂虾 <i>Palaemon gravieri</i>	6.81	1.84	10.38
不可辨识的虾类 unidentified decapoda	2.93	0.74	6.13
中华管鞭虾 <i>Solenocera crassicornis</i>	0.44	0.25	0.94
假长缝拟对虾 <i>Parapenaeus fissuroides</i>	+	0.16	0.47
大管鞭虾 <i>Solenocera melantho</i>	0.29	0.10	0.94
滑脊等腕虾 <i>Heterocarpoides levicarina</i>	0.15	+	0.47
凹管鞭虾 <i>Solenocera koelbeli</i>	0.15	+	0.47
戴氏赤虾 <i>Metapenaeopsis dalei</i>	+	+	0.47
口足类 Stomatopoda	0.22	0.42	1.42
口虾蛄 <i>Oratosquilla oratoria</i>	0.22	0.24	1.42
蟹类 Crabs	1.54	2.37	6.13
细点圆趾蟹 <i>Ovalipes punctatus</i>	0.66	1.86	3.30
双斑蟳 <i>Charybdis bimaculata</i>	0.44	0.30	0.94
寄居蟹 <i>Paguridae</i> spp.	+	0.15	0.47
不可辨识的蟹类 unidentified crabs	0.37	+	1.42
头足类 Cephalopoda	9.74	4.23	24.91
剑尖枪乌贼 <i>Loligo edulis</i>	3.15	2.14	8.02
枪乌贼属 <i>Loligo</i> spp.	0.29	0.85	1.89
多钩钩腕乌贼 <i>Abralia multihamata</i>	+	+	0.47
双喙耳乌贼 <i>Sepiola birostrata</i>	5.86	1.08	11.79
耳乌贼科 <i>Sepiolidae</i> spp.	6.22	1.19	13.68

+ :表示所占比例小于 0.1%

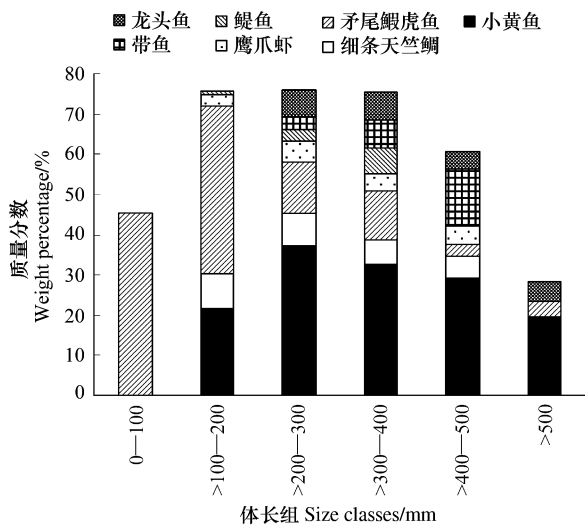


图 4 黄鮟鱇主要饵料种类重量百分比随体长的变化

Fig. 4 Variation of weight percentage for major species to the diets of each class of *Lophius litulon*

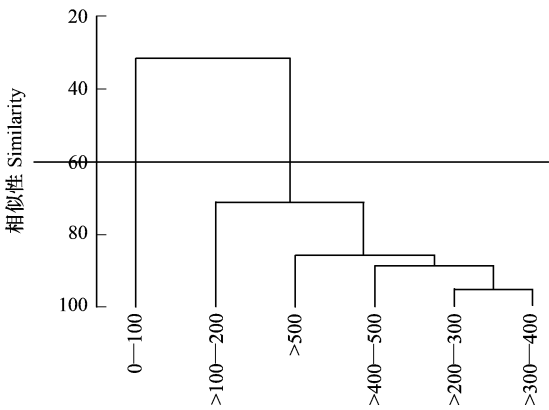


图 5 黄鮟鱇各个体长组食物组成的聚类分析图

Fig. 5 Dendrogram of the cluster analysis of the dietary composition of *Lophius litulon*

表 3 黄鮟鱇各体长组的饵料生境宽度

Table 3 Dietary breadth calculated for each size class of *Lophius litulon*

体长组 Size class/mm	0—100	> 100—200	> 200—300	> 300—400	> 400—500	> 500
Shannon-Wiener H'	0.33	1.48	2.71	2.89	2.35	2.52

2.4 胃含物组成随季节的变化

小黄鱼在 4 个季节中都是黄鮟鱇饵料中重量百分比最大的鱼种,以春季最高,达 81.75%。出现频率以秋季最高,为 37.84%。矛尾鰕虎鱼在 4 个季节中变化较大,夏季和秋季其重量百分比比较高,冬季和春季较低。而细条天竺鲷也有相似现象,以秋季的重量百分比最高,冬季和夏季有所降低,而春季没有出现。带鱼在夏季和秋季所占的重量百分比比较高,分别为 18.32% 和 8.75%,冬季和春季有所减少,分别为 3.32% 和 2.27%。鳀鱼的重量百分比具有明显的季节变化,夏季为 25.52%,秋季仅 0.64%,冬季迅速增加至 10.99%,而春季却没有出现(表 4)。

表 4 黄鮟鱇主要饵料种类的季节变化

Table 4 Seasonal variation for major prey species to the diets of *Lophius litulon*

饵料种类 Prey item	秋季 Autumn			冬季 Winter			春季 Spring			夏季 Summer		
	N	W	F	N	W	F	N	W	F	N	W	F
小黄鱼 <i>Pseudosciaena polyactis</i>	7.95	30.66	37.84	4.54	24.67	26.79	19.30	81.75	29.63	11.96	28.94	12.63
矛尾鰕虎鱼 <i>Chaeturichthys stigmatias</i>	7.20	14.24	35.14	6.31	9.10	32.14	61.40	3.06	38.89	5.88	14.64	7.89
细条天竺鲷 <i>Apogonichthys lineatus</i>	16.21	9.41	51.26	10.85	3.41	35.71	+	+	+	1.96	3.90	2.63
带鱼 <i>Trichiurus haumela</i>	6.46	8.75	19.82	2.17	3.32	14.29	2.63	2.27	3.7	3.92	18.32	5.26
鹰爪虾 <i>Trachypenaeus curvirostris</i>	21.24	7.63	49.55	1.18	0.41	7.14	+	+	+	+	+	+
龙头鱼 <i>Harpadon nehereus</i>	0.75	2.04	3.60	5.92	13.55	19.64	+	+	+	+	+	+
鳀鱼 <i>Engraulis japonicus</i>	0.37	0.64	2.70	6.90	10.99	26.79	+	+	+	31.18	25.52	31.58

+ :表示所占比例小于 0.1%; N: 数量百分比; W: 质量分数; F: 出现频率

2.5 营养级分析结果

根据黄鮟鱇食物组成,结合公式(8)计算得黄鮟鱇营养级为 3.66。

3 讨论

3.1 黄鮟鱇摄食强度

黄鮟鱇的空胃率和平均饱满指数具有较明显的体长变化,体长较小的个体空胃率相对较低,平均饱满指数较高,这与其第一年较高的生长速度相符合。体长较大的黄鮟鱇具有较高的空胃率和较低的平均饱满指数,表明其摄食频率较低,这与 Crozier 等^[13]的研究结果相似。鮟鱇属鱼类属于等待型掠食者,它通常将自己埋在海底,摇动背部鳍条以诱捕猎物^[14]。因此,与追逐型掠食者相比,其捕食活动所消耗的能量较低。这可能是黄鮟鱇低摄食强度的主要原因。

黄鮟鱇的空胃率同时具有较明显的季节变化,以夏季和冬季为最低,春季最高。这可能与其繁殖习性有关。笔者前期研究发现,黄鮟鱇繁殖季节为2—5月份,冬季是其性腺迅速发育的季节,性成熟时性腺指数高达45%,因此需要摄食大量食物来提供性腺发育所需的营养物质。此外,黄鮟鱇存在生殖洄游现象,也需要大量的能量来源。春季,产卵活动开始进行,黄鮟鱇的摄食活动迅速减少,这与黑腹鮟鱇(*Lophius budegassa*)相似^[15]。根据 Olaso 等^[16]的理论,鱼类在产卵期和产卵前期,发育的性腺会占据一定的体腔空间,从而导致摄食强度的降低,这可能是导致春季黄鮟鱇空胃率高的原因。而在夏季,黄鮟鱇进入产卵后恢复阶段,因此摄食强度迅速上升。

3.2 黄鮟鱇饵料组成

鱼类对食物的选择性主要和栖息水域中可供摄食的种类数量以及摄食偏好性有关,这种食物保障特征很大程度上决定了该区域鱼类的总生物量。本研究中发现,鱼类是黄鮟鱇主要的食物来源,这与韩国和日本学者的研究结果一致^[6-7]。但在饵料鱼种组成上,不同水域之间具有较大差别。Cha 等^[7]研究韩国水域黄鮟鱇食性时发现,小黄鱼、黑鳃梅童鱼(*Collichthys niveatus*)、鲉鱼和带鱼是其最重要的食物来源;而小坂昌也^[6]发现日本海域黄鮟鱇主要摄食玉筋鱼(*Ammodytes personatus*)、鲉鱼、星康吉鳗(*Conger myriaster*)、日本鲭和尖吻黄盖鲷(*Pleuronectes herzensteini*)。在对白腹鮟鱇(*Lophius piscatorius*)^[8]、黑腹鮟鱇^[15]和美国鮟鱇(*Lophius Americanus*)^[17-18]的食性进行研究时,发现它们的食物来源也具有明显的区域差异和生境差异。这与鮟鱇属鱼类的等待型摄食方式有关。Gordoa 等^[19]研究纳米比亚水域犁齿鮟鱇(*Lophius vomerinus*)的食性后认为,鮟鱇是一种对食物选择性较低的捕食者,它的食性仅取决于被捕食者对背鳍诱饵的反应及鮟鱇口径的大小,Armstrong 等^[17]和 Wilson^[14]等的研究也得出了相似的结论。因此,黄鮟鱇的食性与其所处环境中饵料生物的丰度即可得性有很大关系。有鉴于此,为了更好的研究这一洄游性鱼种的生态地位,今后应开展其它海域,尤其是黄海北部和中部黄鮟鱇的食性研究。

在本研究中,黄鮟鱇在体长为100mm时表现出较明显的食性转换。国外学者在研究鮟鱇属其它鱼类的食性时也发现,不同体长组的个体之间具有较大的食性差异,这主要表现在幼鱼的胃含物中甲壳类和头足类占较大的比例,成鱼饵料以鱼类为主^[13,15,17-18]。而在本研究中,幼鱼组和成鱼组黄鮟鱇所摄食的虾类、头足类的重量百分比大致相同,都远低于鱼类所占的比例。二者的食性差异主要表现在幼鱼对矛尾鰕虎鱼和细条天竺鲷的大量摄食上。随着体长的增大,黄鮟鱇胃中带鱼和龙头鱼等体型较大的鱼类大量增加。这种现象符合 Gerking 的“最佳摄食理论”,即捕食者总是尽可能的捕食个体较大的饵料,因为捕食大个体的饵料所补充的能量要大于捕食所消耗的能量,从而可以最大限度的获得能量^[20]。

本研究发现,中上层鱼类日本鲉在黄鮟鱇食物组成中占有一定的比例。秋冬季鲉鱼在黄鮟鱇胃含物中所占的重量百分比分别为0.6%和11%,呈现出明显的季节变化,推测这与鲉鱼的越冬洄游习性有关。每年11月份开始,鲉鱼开始南下作越冬洄游,至12月份到达黄海南部^[21],从而为黄鮟鱇的摄食提供了条件。在 Cha 等^[7]的研究中,日本鲉的相对重要性指数仅次于小黄鱼和黑鳃梅童鱼。此外,在黄鮟鱇的胃含物中,还发现了竹筴鱼(*Trachurus japonicus*)和日本鲭(*Scomber japonicus*)各一例,表明黄鮟鱇具有掠食中上层鱼类的能力,这与传统观点不同。作者推测,两个因素可能导致了此现象的出现:①中上层鱼类的垂直迁移。朱德山等^[22]的研究认为,日本鲉具有昼夜垂直迁移的习性,白天多在底层水域活动,这为黄鮟鱇对其捕食提供了条件。

②黄鮟鱇具有垂直迁移的能力。由于鮟鱇不具有鳔,因此很长时间里人们都认为成体鮟鱇不具备垂直迁移的能力。但是,挪威和英国研究者在海洋浮拖网调查渔获物中发现有 34 尾体长为 240—1030mm 的白腹鮟鱇,在金枪鱼延绳钓过程中也发现有 2 尾被捕获,说明鮟鱇在中层水域摄食^[23]。而在我国渔民中,也广泛流传着黄鮟鱇漂浮在海面诱捕一种被称为“海钻”的海鸟的说法。据 Hislop^[23] 分析,鮟鱇具有扁平的腹部,可以提供水升动力。此外,鮟鱇具有占体重 4%—6% 的肝脏,可为身体提供巨大的浮力。有关黄鮟鱇是否存在垂直迁移活动以及在中上层水域捕食,尚需要更加深入的研究。本研究中所用的取样网具有 3 种,不同网具所获得的鮟鱇样品可能在栖息水层上有所差异,这对本文结果可能产生一定影响。但研究发现,无论何种采样方式所获取的黄鮟鱇样品的摄食对象均以底层生物为主,这表明该鱼种的摄食活动主要发生在近底层,故此,不同网具对研究结果的影响十分有限。

3.3 黄鮟鱇在东、黄海生态系统中的地位及其对渔业资源的影响

特定种群所处的营养级是按其实际同化的能源而确定,因此营养级表征了该种类在食物网中的地位和消费等级^[24],本研究计算得黄鮟鱇营养级为 3.66,略高于邓景耀等^[25]和韦晟等^[26]研究所得出的渤海和黄海黄鮟鱇营养级为 3.5 的结果。在本研究中,带鱼、龙头鱼和细纹狮子鱼等高营养级的鱼种均是黄鮟鱇的食物来源,且占有较高的比例。而在东、黄海生态系统中,尚无任何生物捕食黄鮟鱇成鱼的报道。由此可见,黄鮟鱇目前在东、黄海食物网中处于顶端位置。

小黄鱼在大于 200mm 体长组和 4 个季节的黄鮟鱇胃含物中都占据最大的重量百分比,表明这一鱼种对黄鮟鱇非常重要。Cha 等^[7]在对韩国水域黄鮟鱇食性进行研究时,也认为小黄鱼是黄鮟鱇最重要的食物来源。这可能是因为两个鱼种的栖息环境相近所引起的。小黄鱼在黄海南部的资源量较大,而这一区域正是黄鮟鱇的集中分布区,也是本研究所涉及的区域。因此对于黄鮟鱇而言,小黄鱼是较易获得的食物来源,且小黄鱼为体型相对较大的鱼种,对它的捕食符合“最佳摄食理论”。针对黄鮟鱇对小黄鱼的大量捕食,韩国水产科学院在《2004 年韩中渔业协定区偏韩国侧资源调查报告》中指出,该水域的黄鮟鱇资源密度大,捕食性强,会对小黄鱼资源量的减少造成很大的影响。小黄鱼虽然在黄鮟鱇成鱼饵料来源中占据最重要地位,但由于成鱼全年尤其是在春季保持较低摄食强度,它对小黄鱼特别是其生殖群体资源量可能不会产生显著的影响。为了深入阐明这一问题,今后的工作应加强对黄鮟鱇摄食量和能量转化效率等方面的研究。

致谢:胃含物鉴定工作得到了郑元甲研究员和戴国良副研究员的指导,李建生老师在绘图方面提供了大量帮助,东海水产研究所研究生杨林林在实验取样和样品处理过程中给予了大量帮助,在此一并表示感谢。

References:

- [1] 山田梅芳,田川腾,岸田周三,本城康至. 東シナ海. 黄海のさかな. 长崎:日本纸工印刷,1986: 2-491.
- [2] Lin L S, Zheng Y J. Preliminary research on stock of in the East China Sea region. *Marine Fisheries*, 2005, 26(3):179-183.
- [3] Liang Z L. Marine fishery resources ecological monitoring technologies//High-tech Development Strategy for Marine Monitoring at the Beginning of the 21st Century Symposium. Beijing: Marine Press, 2000:61-64.
- [4] Xue Y. Studies on the Feeding Ecology of Dominant Fishes and Food Web of Fishes in the Central and Southern Yellow Sea. Qingdao: Ocean University of China,2005.
- [5] Chen D G. Fishery Resources Biology. Beijing: China Agriculture Press,1995:84-85.
- [6] 小坂昌也. キアソウの食生活. 東海大学海洋学部紀要,1966, 1: 51-71.
- [7] Cha B Y, Hong B Q, Jo H S, Sohn H S, Park Y C. Food habits of the yellow goosfish, *Lophius litulon*. *Journal of Korean Fishery Society*,1997, 30(1):95-104.
- [8] Laurenson C H, Priede I G. The diet and trophic ecology of anglerfish *Lophius piscatorius* at the Shetland Island, UK. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 2005, 85: 419-424.
- [9] Krebs C J. Ecological Methodology. New York: Harper and Row,1989:237-239.
- [10] Xue Y, Jin X S, Zhang B, Liang Z L. Diet composition and seasonal variation in feeding habits of small yellow croaker *Pseudosciaena polyactis* Bleeker in central Yellow Sea. *Journal of Fishery Sciences of China*,2004,11(3):237-243.
- [11] Odum W E, Heald E J. The detritus-based food web of an estuarine mangrove community. *Estuarine Research*, 1975,1:265-286.

- [12] FAO. Fishbase food item table. (2008-12-21) [2009-06-23]. http://www.fishbase.org/manual/FishbaseThe_FOOD_ITEMS_Table.htm
- [13] Crozier W W. Observation on the food and feeding of the anglerfish, *Lophius piscatorius*, in the northern Irish Sea. *Journal of Fish Biology*, 1985, 27: 655-665.
- [14] Wilson D P. The habits of the angler-fish, *Lophius piscatorius*, in the Plymouth aquarium. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 1937, 21: 477-496.
- [15] Preciado I, Velasco F, Olaso I, Landa J. Feeding ecology of black anglerfish *Lophius budegassa*: seasonal, bathymetric and ontogenetic shifts. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 2006, 86: 877-884.
- [16] Olaso I, Rauschert M, Broyer C D. Trophic ecology of the family *Artedidraconidae* (Pisces: Osteichthyes) and its impact on the eastern Weddell Sea benthic system. *Marine Ecology Progress Series*, 2000, 194: 143-158.
- [17] Armstrong M P, Musick J A, Colvocoresses J A. Food and Ontogenetic Shifts in Feeding of the Goosefish, *Lophius Americanus*. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 1996, 18: 99-103.
- [18] International Council for the Exploration of the Sea. Diet and habitat shifts in New England (USA) monkfish (*Lophius americanus*): insights from stable isotopes and implications for fisheries assessments. Sherwood G D, Grabowski J H: ICES, 2007.
- [19] Gordoa A, Macpherson E. Food selection by a sit-and-wait predator, the monkfish, *Lophius upsicephalus*, off Namibia (South West Africa). *Environmental Biology of Fishes*, 1990, 27: 71-76.
- [20] Gerking S D. Feeding Ecology of Fish. San Diego: Academic Press, 1994: 182-183.
- [21] Zhang Q H, Cheng J H, Xu H X, Shen X Q, Yu G P, Zheng Y J. Fishery Resource in East China Sea and Its Sustainable Utilization. Shanghai: Fudan University Press, 2007: 272-279.
- [22] Zhu D S, Iversen S A. Anchovy and other fish resources in the Yellow Sea and East China Sea. *Marine Fisheries Research*, 1990, 11: 1-141.
- [23] Hislop J R, Holst J C, Skagen D. Near-surface captures of post-juvenile anglerfish in the North-east Atlantic-an unsolved mystery. *Journal of Fish Biology*, 2000, 57: 1083-1087.
- [24] Shen G Y, Shi B Z. Marine Ecology. Beijing: Scientific Press, 2002: 233-234.
- [25] Deng J Y, Meng T X, Ren S M. Food web of fishes in Bohai Sea. *Acta Ecologica Sinica*, 1986, 6(4): 356-364.
- [26] Wei S, Jiang W M. Study on food web of fishes in the Yellow Sea. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 1992, 23(2): 182-191.

参考文献:

- [2] 林龙山, 郑元甲. 东海区黄鲛鰈资源状况的初步探讨. *海洋渔业*, 2005, 26(3): 179-183.
- [3] 梁振林. 海洋渔业资源生态监测技术//21 世纪初海洋监测高新技术发展战略研讨会论文集. 北京: 海洋出版社, 2000: 61-64.
- [4] 薛莹. 黄海中南部主要鱼种摄食生态和鱼类食物网研究. 青岛: 中国海洋大学, 2005.
- [5] 陈大刚. 渔业资源生物学. 北京: 农业出版社, 1995: 84-85.
- [10] 薛莹, 金显仕, 张波, 梁振林. 黄海中南部小黄鱼的食物组成和摄食习性的季节变化. *中国水产科学*, 2004, 11(3): 237-243.
- [21] 张秋华, 程家骅, 徐汉祥, 沈新强, 俞国平, 郑元甲. 东海区渔业资源及其可持续利用. 上海: 复旦大学出版社, 2007: 272-279.
- [22] 朱德山, IVERSEN S A. 黄、东海鳀鱼及其他经济鱼类资源声学评估的调查研究. *海洋水产研究*, 1990, 11: 1-141.
- [24] 沈国英, 施并章. 海洋生态学. 北京: 科学出版社, 2002: 233-234.
- [25] 邓景耀, 孟田湘, 任胜民. 渤海鱼类食物关系的初步研究. *生态学报*, 1986, 6(4): 356-364.
- [26] 韦晟, 姜卫民. 黄海鱼类食物网的研究. *海洋与湖沼*, 1992, 23(2): 182-191.