

文章编号: 1000- 0615(2003)04- 0307- 08

东、黄海六种鳗的食性

张 波, 唐启升

(中国水产科学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 青岛 266071)

摘要: 用饵料生物的生态类群的出现频率百分比组成来划分东、黄海 6 种鳗的生态属性和食性类型。通过对食物组成的分析, 发现这 6 种鳗的生态属性均为底层鱼类且分属 3 种食性类型: 前肛鳗、黑尾吻鳗和银色突吻鳗属底栖生物食性; 星康吉鳗和食蟹豆齿鳗属底栖生物和游泳动物食性; 奇鳗属游泳动物食性。结果还表明: 前肛鳗、星康吉鳗和黑尾吻鳗之间不存在食物竞争。同时建议在食性分析中使用食物的能量百分比这一指标, 但需要进一步的收集基础数据。

关键词: 前肛鳗; 星康吉鳗; 黑尾吻鳗; 银色突吻鳗; 奇鳗; 食蟹豆齿鳗; 食性; 东海; 黄海

中图分类号: S965. 223 文献标识码: A

Feeding habits of six species of eels in East China Sea and Yellow Sea

ZHANG Bo, TANG Qi-sheng

(Key Laboratory for Sustainable Utilization of Marine Fisheries Resource certificated by the Ministry of Agriculture, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fisheries Sciences, Qingdao 266071, China)

Abstract The food item were identified using percentage frequency of occurrence. By analysis of food composition, 6 species of eels in East China Sea and Yellow Sea are bottom fishes and belong to 3 types of food habit: *Dysomma anguillaris*, *Rhynchocymba extenura* and *Rhynchocymba nystromi* are benthophagous fishes; *Astroconger myriaste* and *Pisodonophis cancrivorus* are benthophagous-nektivorous fishes; *Alloconger anagoides* is nektivorous fish. The results suggested that there is not food competition between *Dysomma anguillaris*, *Rhynchocymba extenura* and *Astroconger myriaste*. It is suggested that percentage of energetic composition of diets be employed to analyze feeding habits. However, further collection of basic data is required.

Key words: *Dysomma anguillaris*; *Astroconger myriaster*; *Rhynchocymba extenura*; *Rhynchocymba nystromi*; *Alloconger anagoides*; *Pisodonophis cancrivorus*; feeding habits; East China Sea; Yellow Sea

前肛鳗、星康吉鳗、黑尾吻鳗、银色突吻鳗、奇鳗和食蟹豆齿鳗这 6 种鳗分属鳗鲡目的三个科, 其共同的形态特征为: 体无鳞, 皮肤光滑, 体形细长且圆, 体表被粘液; 较难捕获, 对它们食性的研究也较少。本文通过对它们食物组成的分析与研究, 希望能弥补这方面研究的空缺, 并为东、黄海鱼类食物网的研究提供基础资料。

收稿日期: 2002-09-05

资助项目: 国家重点基础研究发展规划项目资助(G 19990437)

作者简介: 张 波 (1971-), 女, 湖北武汉人, 助理研究员, 青岛海洋大学博士研究生, 主要从事鱼类生态学研究。

通讯作者: 唐启升 (1943-), 男, 辽宁大连人, 中国工程院院士, 博士生导师, 主要从事资源生态的研究。Tel: 0532- 5822941, E-mail:

ysfri@public.qd.sd.cn

1 材料与amp;方法

6种鳗的样品均系国家重点基础研究发展规划项目“东、黄海生态系统动力学与生物资源可持续利用”所进行的2000年秋季和2001年春季在东、黄海进行的大面调查中,由黄海水产研究所“北斗”号海洋科学调查船底拖网所得,共440尾(表1)。取样范围为 $26^{\circ}32.5' \sim 34^{\circ}59.5'N$, $120^{\circ}08.7' \sim 127^{\circ}21.4'E$ 。取样鱼经生物学测定后,取出的消化道立即速冻保存。胃含物分析时,先将其取出并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0.001g,并尽量鉴定到最低分类单元。

表1 东、黄海6种鳗的胃含物样品

Tab. 1 6 species of eels sample for study of stomach contents in the East China Sea and Yellow Sea

鱼种名 species	体长范围(mm) body length	尾数(ind) number	空胃数 number	摄食率(%) feeding rate
前肛鳗 <i>Dysomma anguillar</i>	19~ 88	148	50	66.22
星康吉鳗 <i>Astroconger myriaster</i>	80~ 300	117	49	58.12
黑尾吻鳗 <i>Rhynchocymba edenura</i>	74~ 242	80	40	50
银色突吻鳗 <i>Rhynchocymba nystromi</i>	81~ 130	40	22	45
奇鳗 <i>Alloconger anagoides</i>	102~ 232	38	27	28.95
食蟹豆齿鳗 <i>Pisoodonophis caucivorus</i>	128~ 278	17	13	23.53

用饵料生物的重量百分比(W%)、尾数百分比(N%)、出现频率(F%)和相对重要性指标(IRI)来评价鱼类各种饵料的重要性(式2~5);同时我们规定 $IRI > 100$ 为主要饵料,以强调每种鱼的主要食物来源。另外我们还用饵料生物类群的出现频率百分比组成(式6)来评价6种鳗的食性类型以及生态属性;用Eric^[1]提出的公式计算饵料的重叠系数(式7)以考察它们之间的食物竞争情况。

式(1)~(7)如下:

$$\text{摄食率}(\%) = \frac{\text{实胃数}}{\text{总胃数}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{重量百分比}(W\%) = \frac{\text{胃含物实际重量}}{\text{胃含物总重量}} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{尾数百分比}(N\%) = \frac{\text{胃含物个数}}{\text{胃含物食料生物总个数}} \times 100 \quad (3)$$

$$\text{出现频率}(F\%) = \frac{\text{胃含物出现次数}}{\text{鱼胃总数}} \times 100 \quad (4)$$

$$IRI = (\text{重量百分比} + \text{尾数百分比}) \times \text{出现频率} \times 10^4 \quad (5)$$

$$\text{出现频率百分比组成}(\%) = \frac{\text{某成分的出现频率}}{\text{各成分出现频率的总和}} \times 100 \quad (6)$$

$$O_{jk} = \frac{\sum_n^i P_{ij} P_{ik}}{\sqrt{\sum_n^i P_{ij}^2 \sum_n^i P_{ik}^2}} \quad (7)$$

式(7)中, O_{jk} :捕食者k与捕食者j的饵料重叠系数; P_{ij} :饵料i在捕食者j的食物组成中占的重量百分比; P_{ik} :饵料i在捕食者k的食物组成中占的重量百分比。Keast(1978)规定 $O_{jk} > 0.3$ 表示重叠有意义, $O_{jk} > 0.7$ 表示严重重叠。

2 结果

2.1 前肛鳗、星康吉鳗和黑尾吻鳗的食物组成

根据分析发现前肛鳗、星康吉鳗和黑尾吻鳗的食谱较广,食物种类均有30~40种。它们的食物组

成如下:

(1) 前肛鳗 属鳗鲡目, 前肛鳗科, 分布于东、南海。主要摄食口虾蛄, 其次是长尾类(IRI= 343. 71) 和短尾类(IRI= 262. 58), 共 20 余种, 以双斑 和中华管鞭虾为最多(表 2)。

(2) 星康吉鳗 属鳗鲡目, 康吉鳗科, 分布于黄、渤、东海。主要摄食鱼类(IRI= 1551. 23), 其中以最多; 其次是长尾类(IRI= 635. 4), 其中以脊腹褐虾为最多(表 3)。

(3) 黑尾吻鳗 属鳗鲡目, 康吉鳗科, 分布于东、南海。摄食种类广泛, 多达 10 大类 40 余种, 每种食物的出现频率均匀, 这表明它对食物的选择性不强。其中以鱼类为最重要(IRI= 194. 31), 但各种饵料鱼种的 IRI 值相差不大, 说明它并没有主要的摄食对象(表 4)。另外还发现食物中有自身幼体, 可见黑尾吻鳗也是同种残食的鱼类之一。

表 2 前肛鳗的食物组成

Tab. 2 The food species of *Dysomma anguillaris*

食物种类 food species	W%	N%	F%	IRI
头足类卵子 Cephalopode (egg)	0. 14	11. 72	1. 35	16. 03
海仙人掌幼体 Casernularia (larva)	0. 01	4. 14	0. 68	2. 80
拟钩虾 Gammaropsis sp.	0. 01	2. 07	0. 68	1. 40
海毛虫 Aphrodita australis	0. 11	0. 69	0. 68	0. 54
吻沙蚕 Glycera sp.	0. 13	2. 76	2. 03	5. 85
齿吻沙蚕 Nephthys sp.	0. 01	0. 69	0. 68	0. 47
曼氏无针乌贼 Sepiella maindroni	1. 16	0. 69	0. 68	1. 25
长尾类 Macrura	0. 22	2. 76	0. 68	2. 01
赤虾 Metapenaeopsis sp.	1. 04	4. 14	4. 05	20. 99
米虾 Caridina sp.	1. 37	0. 69	0. 68	1. 39
鼓虾 Alpheus sp.	0. 01	0. 69	0. 68	0. 47
鲜明鼓虾 Alpheus distinguendus	0. 42	1. 38	1. 35	2. 43
日本鼓虾 Alpheus japonicus	1. 03	4. 83	4. 05	23. 74
中华管鞭虾 Solenoera sinensis	33. 23	6. 90	6. 76	271. 12
脊腹褐虾 Crangon crangon	0. 37	1. 38	1. 35	2. 37
哈氏仿对虾 Parapenaeopsis hardwickii	1. 66	2. 07	2. 03	7. 55
蛄蛄虾 Upogebia sp.	1. 82	0. 69	0. 68	1. 69
七腕虾 Heptacarpus sp.	0. 04	0. 69	0. 68	0. 49
长臂虾 Palaemon sp.	0. 03	1. 38	0. 68	0. 95
细螯虾 Leptochela gracilis	0. 06	4. 14	2. 03	8. 51
短尾类 Brachyura	1. 08	2. 76	2. 03	7. 78
扇蟹 Xantho sp.	0. 17	0. 69	0. 68	0. 58
黄道蟹 Cancer sp.	0. 07	0. 69	0. 68	0. 52
三疣梭子蟹 Portunus trituberculatus	0. 94	0. 69	0. 68	1. 10
双斑鲟 Charybdis bimaiculata	9. 56	12. 41	10. 81	237. 60
鲟 Charybdis sp.	0. 41	1. 38	1. 35	2. 41
隆背蟹 Carcinoplax sp.	2. 73	1. 38	1. 35	5. 55
泥脚隆背蟹 Carcinoplax vestitus	0. 46	0. 69	0. 68	0. 78
隆线强蟹 Eurate arenata	1. 32	1. 38	1. 35	3. 64
麦克长眼柄蟹 Ommatocarcinus macgillivrayi	0. 29	0. 69	0. 68	0. 66
长手隆背蟹 Carcinoplax longimanus	0. 24	0. 69	0. 68	0. 63
黎明蟹 Matuta sp.	0. 40	0. 69	0. 68	0. 74
强蟹 Eurate sp.	0. 18	0. 69	0. 68	0. 59
虾蛄 Squilla sp.	2. 45	1. 38	1. 35	5. 17
口虾蛄 Squilla oratoria	36. 42	17. 24	16. 89	906. 42
(幼鱼) Engraulis japonica (young)	0. 10	0. 69	0. 68	0. 53
其它鱼类 other fishes	0. 36	1. 38	0. 68	1. 17

表3 星康吉鳗的食物组成
Tab. 3 The food species of *Astroconger myriaster*

食物组成 food species	W%	N%	F%	IRI
多毛类 <i>Polychaeta</i>	0.10	0.92	0.85	0.87
海毛虫 <i>Aphrodita australis</i>	0.53	0.92	0.85	1.24
曼氏无针乌贼 <i>Sepiella maindroni</i>	2.63	0.92	0.85	3.04
日本枪乌贼 <i>Loligo japonica</i>	0.33	0.92	0.85	1.07
双喙耳乌贼 <i>Sepiola birostrata</i>	0.56	1.84	1.71	4.09
短蛸 <i>Octopus ochellatus</i>	1.77	0.92	0.85	2.29
中华安乐虾 <i>Eualus sinensis</i>	0.25	4.59	1.71	8.26
赤虾 <i>Metapenaeopsis</i> sp.	0.06	0.92	0.85	0.84
日本鼓虾 <i>Alpheus japonicus</i>	3.84	6.42	4.27	43.85
褐虾 <i>Crangon</i> sp.	0.06	0.92	0.85	0.84
脊腹褐虾 <i>Crangon crangon</i>	10.77	23.85	16.24	562.22
七腕虾 <i>Heptacarpus</i> sp.	0.70	0.92	0.85	1.38
长臂虾 <i>Palaeomon</i> sp.	1.02	0.92	0.85	1.65
细螯虾 <i>Leptochela gracilis</i>	0.06	0.92	0.85	0.84
海螯虾 <i>Latreutes anoplonyx</i>	0.03	1.83	1.71	3.18
疣背宽额虾 <i>Latreutes planirostris</i>	0.03	2.75	1.71	4.76
伍氏螯蛄虾 <i>Upogebia wuhsienweni</i>	1.86	1.84	1.71	6.32
大螯蛄虾 <i>Upogebia major</i>	0.56	0.92	0.85	1.26
短尾类 <i>Brachyura</i>	0.27	0.92	0.85	1.02
隆背蟹 <i>Carcinoplax</i> sp.	0.06	0.92	0.85	0.84
双斑鲟 <i>Charybdis bimaculata</i>	0.09	0.92	0.85	0.86
鲟 <i>Charybdis</i> sp.	0.59	1.83	1.71	4.15
长手隆背蟹 <i>Carcinoplax longimanus</i>	0.04	0.92	0.85	0.82
隆线强蟹 <i>Euratea crenata</i>	0.33	0.92	0.85	1.07
三强蟹 <i>Tritodynamia</i> sp.	0.09	0.92	0.85	0.86
大寄居蟹 <i>Pagurus ochotensis</i>	0.20	0.92	0.85	0.96
口虾蛄 <i>Squilla aratoria</i>	4.89	1.83	1.71	11.50
线 (幼鱼) <i>Emogrammus</i> sp. (young)	0.23	0.92	0.85	0.98
六线鱼 (幼鱼) <i>Hexagrammos</i> sp. (young)	4.17	0.92	0.85	4.35
<i>Engraulis japonica</i>	58.52	26.61	17.95	1527.90
七星鱼 <i>Myctophum pterotum</i>	0.39	1.83	1.71	3.80
栉孔虾虎鱼 <i>Ctenotrypauchen</i> sp.	0.55	1.83	0.85	2.04
虾虎鱼 <i>Gobiidae</i>	2.48	2.75	1.71	8.94
蕨 <i>Aerios</i> sp.	1.11	0.92	0.85	1.73
龙头鱼 <i>Harpodon nehereus</i>	0.83	0.92	0.85	1.49

2.2 银色突吻鳗、奇鳗和食蟹豆齿鳗的食物组成

尽管银色突吻鳗、奇鳗和食蟹豆齿鳗的消化道的样品数较少且摄食率均在50%以下,但由于鳗较为特殊的分布特征和生态习性(穴居或潜伏于泥沙中)^[2,3],较难捕获,对其食性的研究较少,希望能通过本研究为全面考察鳗的食物组成提供参考。

(1) 银色突吻鳗 鳗鲡目,康吉鳗科,分布于东、南海。主要摄食长尾类(IRI= 781.78),其中以细螯虾和脊腹褐虾为最多;其次是鱼类(IRI= 208.95)和短尾类(IRI= 140.76)(表5)。

(2) 奇鳗 鳗鲡目,康吉鳗科,分布于东海。主要摄食鱼类(IRI= 837.06),也摄食少量的多毛类和磷虾(表6)。

(3) 食蟹豆齿鳗 鳗鲡目,蛇鳗科,分布于东、南海。食物中包括多毛类、长尾类、头足类和鱼类(表7)。

表 4 黑尾吻鳗的食物组成

Tab.4 The food species of *Rhynchocymba ectenura*

食物组成 food species	W%	N%	F%	IRI
博氏双眼钩虾 <i>Ampelisca bocki</i>	0.18	3.57	2.50	9.37
双眼钩虾 <i>Ampelisca diadema</i>	0.05	5.95	2.50	15.02
拟钩虾 <i>Gammaropsis</i> sp.	0.17	3.57	1.25	4.68
麦秆虫 <i>Caprella kroyeyi</i>	0.61	3.57	1.25	5.23
等足类幼体 <i>Isopoda larva</i>	0.07	1.19	1.25	1.57
驼背涟虫 <i>Campylaspis</i> sp.	0.10	2.38	1.25	3.11
多毛类 <i>Polychaeta</i>	0.93	4.76	3.75	21.35
齿吻沙蚕 <i>Nephtys</i> sp.	0.42	1.19	1.25	2.02
吻沙蚕 <i>Glycera</i> sp.	1.51	3.57	3.75	19.06
索沙蚕 <i>Lumbricreis</i> sp.	1.81	3.57	2.50	13.45
奇异指纹蛤 <i>Acila mirabilis</i>	0.39	1.19	1.25	1.98
日本枪乌贼 <i>Loligo japonicu</i>	2.90	1.19	1.25	5.11
对虾类 <i>Penaeidae</i>	2.49	1.19	1.25	4.60
细巧拟对虾 <i>Parapenaeopsis tenellus</i>	3.22	4.76	2.50	19.95
哈氏美人虾 <i>Callinassa harmandi</i>	0.16	1.19	1.25	1.69
鼓虾 <i>Alpheus</i> sp.	0.15	1.19	1.25	1.68
日本鼓虾 <i>Alpheus japonicus</i>	0.49	1.19	1.25	2.10
短脊鼓虾 <i>Alpheus brevicristatus</i>	0.52	1.19	1.25	2.13
高脊赤虾 <i>Metapenaeopsis lamellate</i>	8.79	4.76	1.25	16.94
细螯虾 <i>Leptochela gracilis</i>	0.70	3.57	3.75	16.03
蛄虾属 <i>Cambaroides</i> sp.	0.16	1.19	1.25	1.69
海螯虾 <i>Latreutes anoplonyx</i>	0.19	2.38	2.50	6.43
镰虾 <i>Glyphocrangon</i> sp.	0.16	1.19	1.25	1.69
短尾类 <i>Brachyura</i>	1.33	1.19	1.25	3.16
鲟 <i>Charybdis</i> sp.	5.65	4.76	5.00	52.04
隆线强蟹 <i>Eucrate crenata</i>	1.01	1.19	1.25	2.75
三齿琵琶蟹 <i>Lyreidus tridentatus</i>	0.33	1.19	1.25	1.90
麦克长眼柄蟹 <i>Ommatocarcinus macgillivrayi</i>	0.98	3.57	3.75	17.07
寄居蟹 <i>Pagurus</i> sp.	0.08	1.19	1.25	1.59
海绵寄居蟹 <i>Pagurus pectinatus</i>	0.07	1.19	1.25	1.58
海参 <i>Holothuroidea</i>	2.69	1.19	1.25	4.85
黑尾吻鳗(幼鱼) <i>Rhynchocymba ectenura</i> (young)	14.11	2.38	2.50	41.21
黄斑低线鱼(幼鱼) <i>Chironema chryseres</i> (young)	0.83	1.19	1.25	2.52
尖尾鳗(幼鱼) <i>Uroconger lepturus</i> (young)	2.59	3.57	3.75	23.09
鳎(幼鱼) <i>Cociella cocodjla</i> (young)	0.48	1.19	1.25	2.09
(幼)带鱼 <i>Trichiurus haumela</i> (young)	2.06	3.57	2.50	14.07
稜鳃(幼鱼) <i>Thrissa</i> sp. (young)	0.55	1.19	1.25	2.17
鲈(幼鱼) <i>Lophiidae</i> (young)	5.25	2.38	1.25	9.54
麦氏犀鲈 <i>Bregmaceras maclellandii</i>	8.33	1.19	1.25	11.90
鳎齿鱼 <i>Champsodon capensis</i>	0.64	1.19	1.25	2.29
发光鲷 <i>Acropoma japonicum</i>	12.40	2.38	2.50	36.95
尖牙鲷 <i>Synagrops argyrea</i>	14.51	2.38	2.50	42.22
七星鱼 <i>Myctophum pterotum</i>	1.00	1.19	1.25	2.74
其它鱼类 other fishes	1.63	1.19	1.25	3.52

表 5 银色突吻鳗的食物组成

Tab.5 The food species of *Rhynchocymba nystromi*

食物组成 food species	W%	N%	F%	IRI
太平洋磷虾 <i>Euphausia pacifica</i>	1.31	9.52	2.50	27.08
细螯虾 <i>Leptochela gracilis</i>	7.82	19.05	10	268.70
脊腹褐虾 <i>Crangon crangon</i>	29.29	19.05	10	483.40
白虾 <i>Palaeomon</i> sp.	1.80	4.76	2.50	16.40
宽额虾 <i>Latreutes</i> sp.	0.55	4.76	2.50	13.28
短尾类 <i>Brachyura</i>	1.79	4.76	2.50	16.38
鲟 <i>Charybdis</i> sp.	2.96	4.76	2.50	19.30
双斑鲟 <i>Charybdis bimaculata</i>	5.07	9.52	5.00	72.95
长手隆背蟹 <i>Carcinoplax longimanus</i>	8.09	4.76	2.50	32.13
发光鲷 <i>Acropoma japonicum</i>	14.50	4.76	2.50	48.15
鳎齿鱼 <i>Champsodon capensis</i>	13.71	9.52	5.00	116.15
鲷(幼鱼) <i>Platycephalus indicus</i> (young)	13.10	4.76	2.50	44.65

表6 奇鳢的食物组成

Tab. 6 The food species of *Alloconger anagoides*

食物组成 food species	W%	N%	F%	IRI
海毛虫 <i>Aphrodita australis</i>	1.24	6.25	2.63	19.72
磷虾 <i>Euphausiacea</i>	0.35	6.25	2.63	17.37
细条天竺鲷 <i>Apogonichthys lineatus</i>	12.55	12.50	5.26	131.85
鳄齿鱼 <i>Champsodon apensis</i>	7.70	12.50	5.26	106.31
发光鲷 <i>Acropoma japonicum</i>	3.07	6.25	2.63	24.54
犀鲷 <i>Bregmaceros</i> sp.	12.21	31.25	7.89	343.14
褐鲷 <i>Physiculus</i> sp.	2.09	6.25	2.63	21.94
绿鳍鱼 <i>Cheilodichthys kumu</i>	9.00	6.25	2.63	40.12
条尾绯鲤 <i>Upeneus bensasi</i>	10.26	6.25	2.63	43.44
多棘腔吻鲷 <i>Coelorhynchus multispinulosus</i>	41.52	6.25	2.63	125.72

表7 食蟹豆齿鳢的食物组成

Tab. 7 The food species of *Pisoodonophis cancrivorus*

食物组成 food species	W%	N%	F%	IRI
多毛类 Polychaeta	10.92	25	5.88	211.27
对虾类 Penaeidae	55.32	25	5.88	472.47
日本枪乌贼 <i>Loligo japonica</i>	21.77	25	5.88	275.13
鳄齿鱼 <i>Champsodon apensis</i>	11.98	25	5.88	217.51

3 讨论

3.1 东、黄海6种鳢的食性类型和生态属性

在以往的鱼类食性研究中,研究者常用饵料生物的生态类群的出现频率百分比组成来划分鱼类的食性类型,但并没有给出一定的划分标准^[4,5]。采用一般多数的原则,在本研究中以出现频率百分比组成的60%为标准,即饵料的出现频率百分比组成超过60%的即为主要的摄食对象。根据6种鳢饵料生物(表2~表7)的生态类群的出现频率百分比组成(表8),发现它们分属三种食性类型:前肛鳢、黑尾吻鳢和银色突吻鳢以底栖生物为主要食物(占70%~95%),属底栖生物食性;奇鳢摄食的鱼类和头足类达86%,属游泳动物食性;星康吉鳢和食蟹豆齿鳢以底栖生物和游泳动物为主,属底栖生物和游泳动物食性。

表8 6种鳢食物的生态类群(出现频率百分比组成)

Tab. 8 Ecological groups of the food items of 6 species of eels

鱼种名 species	浮游生物 plankton	底栖生物 benthon	游泳动物 nekton	
			中、上层	底层
前肛鳢 <i>Dysomma anguillar</i>	1.81	95.45	0.91	1.83
星康吉鳢 <i>Astroconger myriaster</i>	—	59.29	26.78	13.93
黑尾吻鳢 <i>Rhynchocymba edenura</i>	—	69.70	4.55	25.75
银色突吻鳢 <i>Rhynchocymba nystromi</i>	5	75	—	20
奇鳢 <i>Alloconger anagoides</i>	7.14	7.14	—	85.72
食蟹豆齿鳢 <i>Pisoodonophis cancrivorus</i>	—	50	—	50

注:食物组成中的头足类均为底层游泳动物;

Notes: Cephalopoda of this thesis all are bottom nekton

为了进一步了解这6种鳢的生态属性,将游泳动物又划分成中、上层和底层游泳动物(表8),6种鳢除星康吉鳢以外,其余均主要摄食底层游泳动物,它们所摄食的底层生物(底栖生物+底层游泳动物)均达到90%以上,是典型的底层鱼类。星康吉鳢虽然摄食较多的中、上层游泳动物(占出现频率百分比组

成的 26.78%), 但它所摄食的底层生物达 73.22%, 也应属于底层鱼类。由此可见, 6 种鳗的生态属性均为底层鱼类。

用食物组成的重叠系数来考察摄食率在 50% 以上的前肛鳗、星康吉鳗和黑尾吻鳗这 3 种鳗的食物竞争情况, 结果表明: 前肛鳗、星康吉鳗和黑尾吻鳗的食物组成的重叠系数分别为 0.25 和 0.298; 星康吉鳗与黑尾吻鳗的食物组成的重叠系数为 0.28, 这说明它们之间不存在食物竞争。尽管这 3 种鳗均为底层鱼类且食性类型也接近, 它们之间食物竞争被削弱的主要原因是: (1) 它们的食谱较广(表 2~ 表 4), 减弱了对同一种食物的竞争; 同时由于它们的食物组成中的重要种类, 如双斑、细螯虾、中华管鞭虾、脊腹褐虾和等。另外, 数量多, 分布广, 也保证了它们的食物来源; (2) 黑尾吻鳗对食物的选择性不强也减少了对同一种食物的争夺; (3) 尽管星康吉鳗和黑尾吻鳗主要摄食鱼类, 但前者以上层鱼为主(占鱼类重量百分比组成的 85.71%), 后者以底层鱼为主(占鱼类重量百分比组成的 97.59%), 这也减少了它们之间的食物竞争。由此可见, 分类地位相近的种类通过各种方式使食物竞争得到缓和, 这有利于其生物资源的稳定。

3.2 食性研究中的分析方法以及消化道的保存方法

在食性研究中, 也有用饵料生物的重量百分比来进行分析的^[6]。尽管从营养的角度来讲, 食物的重量百分比更有意义, 但在食性分析中, 要获得食物的真实重量难度较大, 因此研究中多用的是食物的实际重量^[4, 5]。有的研究者试图用食物的更正重量^[6]来逼近其真实重量, 但由于食物在胃内是处于消化状态的, 被消化的程度差异很大, 在胃内能保持完整的生物个体极少, 将所有的食物残余肢体都换算成个体的更正重量也是相当困难的。饵料生物的出现频率较易获得, 但由于饵料生物的个体大小差异较大, 出现频率也很难全面地反映每种饵料生物的重要性。Yves 等^[7]认为出现频率和食物重量是两个互补的测量方法, 前者最能反映食物的多样性, 后者则反映了每一种食物的相对贡献。由于文中所用的重量是食物的实际重量, 因此选用出现频率来分析 6 种鳗的生态类群。如果将文中的饵料生物的生态类群用重量百分比来表示(表 9), 同样以重量百分比的 60% 为标准, 摄食超过食物重量的 60% 即为主要的摄食对象, 就会得出不同的结论: 前肛鳗和食蟹豆齿鳗是底栖生物食性; 星康吉鳗、黑尾吻鳗和奇鳗是游泳动物食性; 银色突吻鳗底栖和游泳动物食性。它们的生态属性除星康吉鳗以外其余 5 种鳗都是底层鱼类。由此可见, 用不同的方法进行食性分析得出的结论有很大的差异。由于鱼类与饵料的关系非常复杂, 食性研究中所用的重量百分比、尾数百分比、出现频率以及 IRI 等指标都有一定程度的局限性, 因此选择一个更好且更易操作的指标是目前进行鱼类食性以及食物网研究迫切需要解决的问题。故认为食物的能量百分比能克服这些指标的局限性, 更真实地反映每种饵料在食物组成中的作用, 但由于缺乏历史工作的积累, 尽管测定了黄渤海部分水生动物的能值^[8], 要想在实际研究中广泛应用这一指标还需要大量基础数据的收集工作的进一步深入开展。

表 9 6 种鳗食物的生态类群(重量百分比)

Tab. 9 Ecological groups of the food items of 6 species of eels

%

鱼种名 species	浮游生物 plankton	底栖生物 benthon	游泳动物 nekton	
			中、上层	底层
前肛鳗 <i>Dysomma anguillar</i>	0.14	98.24	0.10	1.52
星康吉鳗 <i>Astroconger myriaster</i>	—	26.43	58.91	14.66
黑尾吻鳗 <i>Rhynchocymba edenura</i>	—	35.62	1.55	62.83
银色突吻鳗 <i>Rhynchocymba nystromi</i>	1.31	57.38	—	41.31
奇鳗 <i>Alloconger anagoides</i>	0.35	1.24	—	98.41
食蟹豆齿鳗 <i>Pisoodonophis cancrivorus</i>	—	66.24	—	33.76

注: 食物组成中的头足类均为底层游泳动物;

Notes: Cephalopoda of this thesis all are bottom nekton

在以往的食性分析的研究中, 常用的方法是用 10% 福尔马林处理和保存样品^[7, 9]。样品进行分析

前,一般先将消化道放入淡水浸泡数小时后,再分析称重。本研究在样品的处理上进行了改进,用速冻的方法来保存消化道。使用这种方法的优点有:(1)样品在解冻的过程中即可进行分析,快捷方便,同时还因不接触药品而减少对分析者的损害;(2)在定性方面,用速冻法保存的样品更新鲜,易于分析,准确性更高;(3)在定量方面,速冻法避免了样品因水分丢失而引起的失重,称量更准确。

参考文献:

- [1] Eric R P. The structure of lizard communities[J]. Annual Review of Ecology and Systematics, 1973, (4):53- 74.
- [2] Wang Y K. Fish taxonomy[M]. Beijing: Sciences Hygiene Press, 1958. 217- 224. [王以康. 鱼类分类学[M]. 北京:科学卫生出版社, 1958. 217- 224.]
- [3] Meng Q W, Su J X, Miu X Z. Fish taxonomy[M]. Beijing: China Agricultural Press, 1995. 130- 143. [孟庆闻, 苏锦祥, 缪学祖. 鱼类分类学[M]. 北京:中国农业出版社, 1995. 130- 143.]
- [4] Zhang Q Y, Lin Q M, Lin Y T, et al. Food web of fishes in Minnar-Taiwanchientan fishing ground[J]. Acta Oceanol Sin, 1981, 3(2): 275 - 290. [张其永, 林秋眠, 林尤通, 等. 闽南-台湾浅滩渔场鱼类食物网研究[J]. 海洋学报, 1981, 3(2):275- 290.]
- [5] Wei S, Jiang W M. Study on food web of fishes in the Yellow Sea[J]. Oceanol et Limnol Sin, 1992, 23(2):182- 192. [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.]
- [6] Yang J M. A study on food and trophic levels of Bohai Sea fish[J]. Modern Fisheries Information, 2001, 16(10):10- 19. [杨纪明. 渤海鱼类的食性和营养级研究[J]. 现代渔业信息, 2001, 16(10):10- 19.]
- [7] Yves L, Rene G, Mireille H V. 1997. Temporal variations in the diet of the damselfish *Stegastes nigricans* (Lacepede) on a reunion fringing reef [J]. J Exp Mar Biol & Ecol, 217: 1- 18.
- [8] Zhang B, Tang Q S, Sun Y, et al. Determining energy value of part aquatic animal in Yellow Sea & Bohai Sea[J]. Marine Fisheries Reserch, 1999, 20(2):101- 102. [张 波, 唐启升, 孙 耀, 等. 黄渤海部分水生动物的能值测定[J]. 海洋水产研究, 1999, 20(2):101- 102.]
- [9] Jiang W M, Wei S, Sun J M. Feeding habits and seasonal variation of diet of *Cleithenes herzerstani* (Schmid)[J]. Marine Fisheries Reserch, 1989, 10:9- 15. [姜卫民, 韦 晟, 孙建明. 黄海高眼鲈食性及摄食季节变化的研究[J]. 海洋水产研究, 1989, 10:9- 15.]

欢迎订阅 2004 年《水产科技情报》

《水产科技情报》杂志创刊于 1973 年,由上海市水产研究所、上海市水产技术推广站、上海市水产学会主办。双月刊,国际标准大 16 开(原定价不变),48 页,国内外公开发行,发行面广。杂志先后被列为“全面水产、渔业类核心期刊”、“上海市科技类核心期刊”,并在上海市优秀科技期刊、全国优秀科技期刊以及全国优秀水产报刊的历资助评比中连连获奖,又先后荣获上海市广告业 1996-1997 年度,1998-1999 年度和 2000-2001 年度重信誉、创优质服务先进单位称号。2001 年入选由中国新闻出版总署公布的《中国期刊方阵》“双效”科技期刊。

本刊辟有综述、淡水养殖、海水养殖、水产资源、水产饲料、水产品加工、病害防治、渔业环境、渔业经济、水产捕捞等栏目,并增设了以特种水产养殖为主的专题讲座及《观赏鱼和水族生态》专栏。为进一步适应渔业生产的需要,本刊今后将进一步加大对渔业实用生产技术和先进经验的报道力度,适当报道具有实用价值的科研成果及动态信息。

渔业致富离不开科学技术和科技信息。请读者及时向当地邮局办理 2004 年度订阅手续。如邮局订阅不便或漏订,也可直接汇款至编辑部订阅。本刊邮发代号:4-204,每册定价 4.00 元,全年订费 24.00 元。

本刊承接各类渔业商品广告,涂塑封页,彩色、双色、单色插页。设计独到,制作精良,欢迎中外企业惠顾。

编辑部地址:上海市佳木斯路 265 号, 邮政编码:200433,联系人:侯妙福

电话:(021)65483215 转 631,636,或 65489796,传真:(021)65489796