

对应分析在法国 Douarnenez 海湾拟庸鲽食性研究中的应用(I)

林学群¹⁾ Christian Deniel²⁾ Alain Laurec³⁾ Francoise Lemenn⁴⁾

(¹⁾汕头大学生物系, 515063)

(²⁾西布列塔尼大学动物学实验室, 法国布勒斯特 29287)

(³⁾欧共体渔业委员会, 比利时布鲁塞尔, B-1049)

(⁴⁾波尔多第一大学海洋生物实验室, 法国塔兰斯, 33405)

收稿日期 1993年4月12日

关键词 拟庸鲽, 食性研究, 对应分析

提要 对法国 Douarnenez 海湾拟庸鲽 *Pleuronectes platessa* L. 的食性进行了研究。依据一些常见的饵料指标, 多毛类动物和双壳类动物为拟庸鲽的主要饵料; 饵料双壳类动物贝壳厚度上限随着捕食鱼类的增长而提高。对拟庸鲽种内营养关系的对应分析表明, 基本饵料的刚性和易捕性与捕食鱼类的体长关系密切; 同时也揭示, 某些鱼类食性综合指标并非总是有效的。

拟庸鲽 *Pleuronectes platessa* (Linnaeus, 1758) 为欧洲沿岸海域一种底栖比目鱼, 具有重要经济价值。法国 Douarnenez 海湾拟庸鲽食性研究的首次报道, 应用的是传统的方法如常用的饵料指标及其图表的表示^[8]。

本文以作者在上述海域所获取的样本, 尝试对不同类群拟庸鲽间的营养关系作对应分析, 同时对食性研究中某些综合性指标的有效问题进行探讨。对不同鱼类种间的营养关系作对应分析已有报道^[3,9]; 本文首次报道鱼类对单一种鱼的种内营养关系进行对应分析, 优点在于, 能对投影在多元分析约化空间的两个描述量的点(本文为拟庸鲽组别和饵料类群)作直接解释。

1 材料和方法

1.1 材料

实验样品取材于 1985~1986 年冬、夏季海洋调查拖网船在法国 Douarnenez 海湾的渔获物。该海域的地理情况 Deniel 曾作过描述^[2]。样品中有胃含物的总计为 117 尾, 拟庸鲽鱼体全长为 19.8~64.0cm。在对鱼体作一般性生物学测量后, 鱼胃取下并浸泡于 10% 的福尔马林透液中。

1.2 方法

1.2.1 胃含物检查

捕食鱼类胃含物用体视显微镜或眼睛检查,对于海葵 *Edwardsia* sp. 和以刚毛为分类特征的某些多毛类动物,则应用高效显微镜鉴定。

1.2.2 饵料指标

常用指标 a. F(%):某一饵料的出现频率,即含有该饵料的鱼胃出现率;b. Cn(%):在所有胃中某一饵料数目的百分比率;c. Cp(%):在所有胃中某一饵料重量的百分比率。

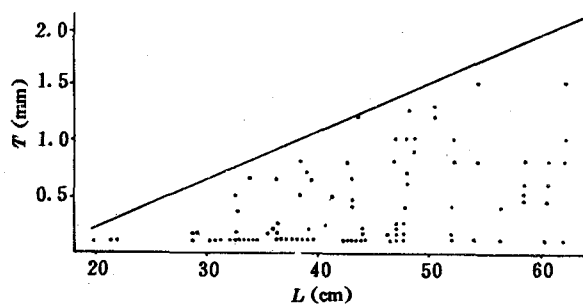


图1 捕食鱼类体长(L)和饵料双壳类动物贝壳厚度(T)的关系图

Fig. 1 Relationship between the Length of predator (L) and the thickness of consumed bivalve shells (T)

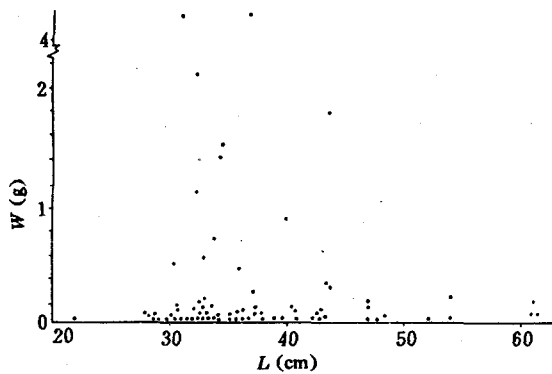


图2 捕食鱼类体长(L)和饵料多毛类动物重量(W)的关系图

Fig. 2 Relationship between the Length of predator (L) and weight of ingested polychaetes (W)

表1 法国 Douarnenez 海湾拟庸鲽胃内饵料组成

Tab. 1 Food composition in the stomachs of plaices living in Douarnenez Bay of France

饵料动物	数目 (个)	饵料动物	数目 (个)
POLYCHAETA 多毛纲	2374	<i>Gari fervensis</i>	34
ERRANTIA 游走目	100	<i>Gari tellinella</i>	1
<i>Malmgrenia castanea</i>	1	Garidae	1
<i>Sigalion mathildae</i>	5	<i>Ensis ensis</i>	2
Aphroditidae	4	<i>Ensis</i> sp.	4
<i>Phyllodoce</i> sp.	2	<i>Cultellus pellucidus</i>	58
<i>Phyllodoce</i> sp.	1	<i>Cochlodesma praetenu</i>	1
<i>Nereis</i> sp.	1	<i>Thracia phaseolina</i>	7
<i>Nephtys hombergii</i>	11	<i>Thracia villosiuscula</i>	3
<i>Nephtys</i> sp.	12	GEPHYREA 缢纲	
<i>Glycera</i> sp.	12	<i>Spunculus nudus</i>	3
<i>Goniada maculata</i>	1	NEMERTINEA 纽形动物门	2
<i>Hyalinoecia bilineata</i>	41		
<i>Lumbriconereis</i>	4	CRUSTACEA 甲壳纲	23
<i>impatiens</i>		AMPHIPODA 端足目	14
<i>Lumbriconereis gracilis</i>	1		
<i>Lumbriconereis</i> sp.	5	<i>Ampelisca brevicornis</i>	10
<i>Eunicidae</i>	1	<i>Ampelisca spinipes</i>	3
SEDENTARIA 隐居目	2263	<i>Haustoriidae</i>	1
<i>Spionidae</i>	2	ISOPODA 等足目	1
<i>Magelona</i> sp.	1	<i>Conilera cylindracea</i>	1
<i>Stylarioides eruca</i>	5	MYSIDACEA 糠虾目	1
<i>Scalibregma inflatum</i>	172		
<i>Capitella capitata</i>	2015	<i>Gastrosaccus normani</i>	1
<i>Arenicola marina</i>	16	DECAPODA	
<i>Arenicola</i> sp.	14	BRACHYURA 十足目短尾部	6
<i>Clymene oerstedii</i>	2	<i>Corystes cassivelanus</i>	1
Maldanidae	4	<i>Portunus</i> sp.	3
<i>Owenia fusiformis</i>	20	Unidentified 未能鉴定	2
<i>Pectinaria koreni</i>	9	DECAPODA	
<i>Melinna palmata</i>	1	NATANTIA 十足目游行亚目	1

(表 1 续)

饵料动物	数目 (个)	饵料动物	数目 (个)
Ampharetidae	2	ECHINODERMATA	55
UNIDENTIFIED 未 能鉴定	11	棘皮动物门	
BIVALVIA 瓣鳃纲	197	<i>Amphiura filiformis</i>	18
<i>Nucula turgida</i>	2	<i>Amphiura chiajei</i>	1
<i>Divaricella divaricata</i>	3	<i>Acrocnida brachiata</i>	34
<i>Diplodonta rotundata</i>	1	<i>Ophiura texturata</i>	1
<i>Cardium</i> sp.	5	<i>Holothuria</i> sp.	1
<i>Dosinia lupinus</i>	1	COELENTERATA 腔 肠动物门	93
<i>Venus fasciata</i>	1	<i>Edwardsia</i> sp.	93
<i>Venus gallina</i>	16	PICES 鱼纲	8
<i>Mactra corallina</i>	6	<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	8
<i>Spisula</i> sp.	3	BRYOZOA 苔藓动物 门	2
<i>Donax vittatus</i>	28	UNIDENTIFIED 未 能鉴定	1
<i>Tellina squalida</i>	4		
<i>Tellina fabula</i>	11		
<i>Tellina pygmaea</i>	5		
总计	2758		

综合指标 a Hureau 指标^[4]: $Q = Cn \cdot Cp$

饵料偏好性标准 偏好饵料: $Q > 200$; 次要饵料: Q 为 20~200; 偶然性饵料: $Q < 20$ 。b

$$\text{Zander 指标}[7]: MFI = \sqrt{Cp \frac{F + Cn}{2}}$$

饵料偏好性标准 首要饵料: $MFI > 75$; 主要饵料: MFI 为 50~75; 次要饵料: MFI 为 25~50; 无关紧要饵料: $MFI < 25$ 。

1.2.3 对应分析

该方法由 Benzecri *et al.*, 提出^[1], 所用的距离为欧氏距离的加权表示式^[6]:

$$d^2(i1, i2) = \sum_{j=1}^l \frac{1}{F \cdot i} \left(\frac{Fi1, j}{Fi1 \cdot} - \frac{Fi2, j}{Fi2 \cdot} \right)^2$$

$$d^2(j1, j2) = \sum_{i=1}^N \frac{1}{Fi \cdot} \left(\frac{Fi, j1}{F \cdot j1} - \frac{Fi, j2}{F \cdot j2} \right)^2$$

表2 法国 Douarnenez 海湾拟庸鲽饵料指标 (F 为出现频率; N 为数目; Cn 为数目百分比; W 为重量; Cp 重量百分比)

Tab. 2 Common indices of food composition of plaicies living in Douarnenez Bay of France (F is occurrence frequency; N is number; Cn is numerical percentage; W is weight; Cp is percentage of the weight)

饵料动物	F (%)	N	Cn (%)	W (g)	Cp (%)
多毛纲 POLYCHAETA	67.52	2374	86.08	57.75	22.65
游走目 Errantia	39.31	100	3.63	18.40	7.22
隐居目 Sedentaria	43.59	2263	82.05	38.34	15.04
未能鉴定 Unidentified		11	0.40	1.01	0.39
瓣鳃纲 BIVALVIA	50.43	197	7.14	140.91	55.27
缢纲 GEPHYREA	0.85	3	0.11	11.58	4.54
纽形动物门 NEMERTINEA	0.85	2	0.07	0.97	0.38
甲壳纲 CRUSTACEA	12.82	23	0.83	5.93	2.33
端足目 Amphipoda	9.40	14	0.51	0.56	0.22
等足目 Isopoda	0.85	1	0.04	0.08	0.03
糠虾目 Mysidacea	0.85	1	0.04	0.08	0.03
十足目短尾部 Decapoda Brachyura	5.13	6	0.22	5.20	2.04
十足目游行亚目 Decapoda Natantia	0.85	1	0.04	0.01	<0.01
棘皮动物门 ECHINODERMATA	29.06	55	1.99	6.86	2.69
腔肠动物门 COELENTERATA	6.84	93	3.37	1.05	0.41
鱼纲 PICES	2.56	8	0.29	29.88	11.72
苔藓动物门 BRYOZOA	1.71	2	0.07	0.002	<0
未能鉴定 UNIDENTIFIED	0.85	1	0.04	0.01	<

表3 法国 Douarnenez 海湾拟庸鲽食性的 HUREAU 指标和 Zander 指标

Tab. 3 Results in the application of HUREAU's index and ZANDER's index to the investigation of feeding habits of plaices living in Douarnenez Bay of France

饵料动物	HUREAU 指标	ZANDER 指标
多毛纲 Polychaeta	1949.71	41.71
瓣鳃纲 Bivalvia	394.63	39.89
棘皮动物门 Echinodermata	5.35	6.46
甲壳纲 Crustacea	1.93	3.99
腔肠动物门 Coelenterata	1.38	1.45
鱼纲 Pices	3.40	4.09
缢纲 Gephyrea	0.50	1.48
纽形动物门 Nemertinea	0.03	0.42

其中, P 为观察量(捕食鱼类组别)数目; N

为变量(饵料类群)数目;

$$F_i = \sum_j F_{ij};$$

$$F_j = \sum_i F_{ij};$$

$$F_{ij} = \frac{K_{ij}}{K}$$

$$K = \sum_i \sum_j K_{ij};$$

以及 K_{ij} , 原始数据矩阵的第 i 行、第 j 列元素。

数据计算用 Fortran IV 程序在 386 SX/20 计算机上进行; 特征值及特征向量的估计余用 Hotesling 方法^[5]。

2 结果

2.1 饵料组线

本实验共鉴定 2 758 个饵样生物, 饵料组成见表 1。基本饵料类群按其出现频率(表 2)由多到少依次为多毛类、双壳类、棘棘皮动物和甲壳类。

2.1.1 多毛类动物 游足多毛类动物主要以明管虫属的 *Hyalinocacia bilineata*、齿吻沙蚕属种类 *Nephty* sp. *Nephty hembergii* 和吻沙蚕属种类 *Glycera* sp. 为主, 它们被捕食鱼类整个地吞食。隐居多毛类动物主要是小头虫 *Capitella capitata* 和缢额虫 *Scalibregma inflatum* 两个种, 多数种类被拟庸鲽啃食而不是整个被吞食。事实上, 在捕食鱼类胃中常发现海沙 *Arenicola marina* 的头部, 以及欧文虫 *Cwenia fusiformis* 和连膜帽虫 *Pectinaria koreni* 的残体。

2.1.2 双壳类动物 双壳类动物的主要种类为透明刀蛤 *Cuttellus pellucidus*、紫云蛤属的 *Gari fervensis*、饰圈斧蛤 *Donax vittatus* 和帘蛤属的 *Venus gallina*。透明刀蛤(脆弱种类)能被大小不同的捕食鱼类摄食, 而具较厚和较坚硬贝壳的种类(*Gari fervensis* 和 *Venus gallina*) 仅为较大的拟庸鲽捕食。

2.1.3 棘皮动物 *Amphiura filiformis* (阳遂足属) 和 *Acrocnida brachiata* 两个种经常在捕食鱼类胃中找到, 后一种类往往仅剩腕。

2.1.4 甲壳类动物

它们包括大小不同和行为动态不同的种类: 不大游走和小型的甲壳动物(端足目和等足目); 大型爬行甲壳动物(十足目短尾部), 小型游泳甲壳动物(十足目游行亚目和糠虾目)。

除了上述这四类动物外, 拟庸鲽的饵料还包括腔肠动物(海葵 *Edwardsia* sp.)、鱼类(*Hyperoplus lanceolatus*)、苔藓虫类、蠕类(*Sipunculus nudus*) 和纽虫类。

拟庸鲽的主要饵料为多毛类动物和双壳类动物, 其 F_i 、 C_n 和 C_p 指标均大大高于其他饵料类群。

HLIREALL 指标(表 3)显示, 拟庸鲽的偏好食物为多毛类和双壳类动物, 其它饵料类群全部为偶然性食物; 然而, 依据 ZAND 指标, 没有任何 MIF 值超过 50, 这表明没有一种饵料类群属于首要

和主要食物,仅仅有多毛类和双壳类动物能被认为是次要食物,余下的饵料类群为无关紧要的食物。

2.2 捕食鱼鱼类长度与饵料双壳类动物贝壳厚度或与饵料多毛类动物重量的关系

图1表明,随着捕食鱼类的增长,饵料双壳类动物贝壳厚度的上限升高了,与双壳类动物相反,捕食鱼类体长与饵料多毛类动物重量却没有任何相关关系(图2)。事实上,多毛类中较大种类如齿吻沙蚕属的 *Nephtys hombergii* 和 *Arenicola marina* 可在大小不同拟庸鲽胃中找到。

(未完待续)