

# 依食物关系研究鱼类群落生态学的方法

窦硕增

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

随着世界渔业经济的迅速发展及 200n mile 专属经济区的设立, 渔业资源管理日趋具体化。而鱼类生态学也从个体生态学研究转入群落生态学研究。鱼类种间关系的研究和捕食群与饵料生物群的数量化相对关系的研究则是群落生态研究的两大主题。

所谓群落指生活于特定地区的生物总合, 而鱼类群落即指生活于特定水域内的鱼类集合。

鱼类群落生态学主要研究鱼类的群落结构及其变动机能, 并根据鱼类的生态学特征及形态学特征分析鱼种间关系及群落间的相互作用, 解析渔获对群落结构及鱼类种间关系的影响。现根据三尾真一等人的研究<sup>[1]</sup>, 以东海及黄海底栖鱼类为例介绍从食物关系研究鱼类群落生态学的方法。

## 1 群落划分

鱼类群落划分一般根据渔获统计资料, 结合捕捞调查结果, 取渔获量较高的海域为中心渔区, 并以 Kimoto<sup>[2]</sup> 类似度指数  $C_{\pi}$  为标准比较中心渔区渔获的种类组成, 类似度较高 ( $C_{\pi} > 60\%$ ) 的渔区的鱼种划属同一鱼类群落。

为进一步分析鱼类群落结构, 可比较分析群落之间的类似度及群落之间的鱼种组成。

三尾真一等人据此把东海及黄海底层鱼类划分成两大生物群落, 而东海群落又分为北部类群、南部类群及东部类群。研究表明, 黄海底栖鱼类群落种类最少, 其优势种为冷水性鱼类; 东海南部类群种类最多, 其处的多样性亦最高。东海北部类群包括数个独立的种群, 而东海东部类群具东海南北两类群混合类群的特征。

## 2 依鱼类的形态学特征区划鱼类群落

由于鱼类的长期演化及自然选择作用, 栖息于同一

海区的鱼类具备了适应于这一环境的某种相似的形态学特征。故可利用一些典型的形态学特征, 如与捕食相关的捕食器官的形态学特征来研究鱼类的捕食行为, 推断其捕食能力, 并把鱼类捕食行为分成探索、接近、捕食与消化 4 个过程来分析鱼类的群落结构。

### 2.1 与探索相关的捕食器官

与探索相关的捕食器官为视觉器官与嗅觉器官。主要有嗅房、眼睛及脑的嗅叶和视叶。其中眼径长与嗅房的大小最能表达感觉器官的功能与性状, 所以可依此两种形态性状把鱼类区划为嗅觉型 (olfactory type)、视觉型 (Optic type)、弱嗅觉型 (Weak olfactory type) 及弱视觉型 (Weak optic type) 四大生态群落。

### 2.2 与接近行为相关的捕食器官

与接近行为相关的捕食器官主要鳍、体型及小脑冠。小脑的大小与鱼类的行动直接相关。根据鱼类的体型及横切面的大小把各种鱼区划为扁平-圆型 (Flat-circle type)、三角延长型 (Triangle-long type)、椭圆-椭圆型 (Oval-oval type)、椭圆-延长型 (Oval-long type)、侧扁-圆型 (Compressed-circle type)、侧扁-延长型 (Compressed-long type)、椭圆-棒型 (Oval-stick type) 及侧扁-棒型 (Compressed-stick type) 等各生态群落。根据尾鳍的形状则把鱼类区划为正尾型 (Cut type)、菱形 (Rhomb type) 及叉型 (Fork type) 等群落。尾鳍相对于体长过小的鱼种, 可比较其背鳍、胸鳍及臀鳍的相似度, 由此推断鳍的功能, 比较各群落内的鱼种, 把鱼类划分成扁平型 (Flat

$$\textcircled{1} C_{\pi} = \frac{2 \sum n_2 n_1}{(\sum n_1^2 + \sum n_2^2) \cdot N_1 N_2}$$

$$\sum n_1^2 = \frac{\sum n_1^2}{N_1^2} \quad \sum n_2^2 = \frac{\sum n_2^2}{N_2^2}$$

type)、椭圆延长型、三角延长型、侧扁-圆型、椭圆-棒型及侧扁-棒型等生态群落,而椭圆延长型又分成正尾型、叉型及菱型3个生物群落类型。

### 2.3 与捕食行为相关的器官

与捕食行动相关的器官主要有口、齿及鳃耙。一般地,齿与鳃耙成反比关系。即对大多数鱼种来说,齿发达,鳃耙相对退化;齿退化,鳃耙则相对发达。依鱼类的齿与鳃耙的关系将鱼类区划成齿型(Toot type)、鳃耙型(Gill raker type)、中间型(Intermediate type)及侏儒型(Dwarf type)等生态群落。

### 2.4 与消化行为相关的器官

与消化行为相关的器官主要有胃、肠及幽门垂。幽门垂有分枝,所以取其盲管长与盲管数之积为指标进行鱼类群落研究。据肠与胃的关系把鱼类分成肠型(Intestine type)、胃型(Stomach type)及中间型等生态群落。

三尾真一等依上述鱼类形态学指标把东海、黄海底层鱼类划分成着底静止型(Sedate-repose type)、着底溜行型(Sedate-stroll type)、游泳追迹型(Natatory-pursuit type)、游泳突进型(Natatory-dash type)及漂流集合型(Drift-collection type)五大生态群落。

## 3 依鱼类捕食生态特征分析鱼类群落结构

### 3.1 饵料生物与捕食者的关系

研究饵料生物与捕食者的关系,首先采集环境中的饵料生物,测定其水平分布特点及垂直移动规律,分析自然环境中饵料生物的组成及数量分布。然后用Morisita<sup>[3]</sup>类似度指数 $C_s$ 来比较饵料生物类群组成的类似度<sup>①</sup>。其次,连续定时采集捕食者。从胃含物的重量变化及空胃率的时间变化研究鱼啊类捕食的周期性变化或昼夜变动规律。由于栖息水深与捕食行为密切相关,所以研究不同水层鱼类的捕食行为的变化更能准确地解析不同水层鱼类的群落结构。最后研究胃含物中饵料生物组成与环境中的饵料生物组成的关系,并依次分析捕食者对饵料生物的选择性:强选择、无选择及负选择。

### 3.2 从胃含物中饵料生物组成分析鱼种间关系

对群落内及群落间的鱼类胃含物组成进行比较研究,相邻鱼类群落之间的饵料生物组成具有较高的相似度,而互相隔离的鱼类群落之间的饵料生物组成一般有较强的差异。

三尾真一等设定鱼类胃含物中饵料组成相似度较高的鱼种(相似度指数 $C_s$  65%)属同一捕食群,把黄海底层鱼类划成磷虾捕食群、虾捕食群及其它底栖生物捕食群;东海北部群落则包括桡足类-磷虾-虾混合捕食群、底栖生物捕食群、鱼类捕食群及浮游生物捕食群;东海南部群落内的鱼种最多,分为鱼类捕食群、底栖生物捕食群、浮游生物捕食群、磷虾捕食群、桡足类捕食群及虾捕食群。

在此鱼类群落区划基础上,比较各捕食群内或捕食群间鱼种的个体差异。捕食群内鱼类个体间的饵料生物组成的差异是由捕食方式的不同造成的,而同一捕食群内鱼类的饵料生物的重叠度则在某种程度上表达了鱼类分类学上亲缘关系的远近。

### 3.3 从捕食的顺序及地位分析鱼类的种间关系

鱼类捕食的顺序和地位一般是通过分析胃内饵料生物的重量组成来确定。浮游生物一类的小型饵料生物,可以用以环境中采得标本的平均体重来表示被捕食的各种饵料生物的平均体重。鱼类及头足类可依体长-体重关系推算其更正重量,然后用平均体重与胃含物中饵料生物的个体数组成之积做为饵料的啊重量组成。然后,以浮游植物为基础营养级,确定各种饵料生物的营养级指数<sup>[4]</sup>,用该指数与饵料生物重量组成之积的和值确定群落中各鱼种的捕食顺序与地位。

## 4 渔获对生物群落结构的影响

在特定的海区内,鱼类的饵料生物数量及种类组成随捕食鱼类资源的变动而改变。

主要鱼类的资源量通常从渔获量-亲体关系估测。从体长-胃含物重量关系及体长-体重关系推断体重-满腹时胃含物的重量的关系,由此求得鱼类满腹时胃含物重量及捕食率。

从满腹时的捕食率、资源量以及胃含物中饵料生物的组成求得鱼类满腹时各种饵料生物的被捕食量。

三尾真一等研究了黄海、东海底层鱼类资源较高(1958年)及较低(1974年)两年份饵料生物量及种类组成的变化。1974年被捕食的饵料生物仅占1958年的

$$\textcircled{1} C_s = \frac{2 \sum n_1 n_2}{(\lambda_1 + \lambda_2) N_1 N_2}$$
$$\lambda_1 = \frac{\sum n_1 (n_1 - 1)}{N_1 (N_1 - 1)}$$
$$\lambda_2 = \frac{\sum n_2 (n_2 - 1)}{N_2 (N_2 - 1)}$$

30%，那些未被消化的饵料生物即剩余饵料生物中，大型饵料生物与渔获对象捕食相同的饵料生物，所以可推测这些大型饵料中未被消费鱼类即为剩余被捕食鱼类的生物量。根据被捕食鱼类满腹时的捕食率及剩余被捕食鱼类数量之积求得剩余被捕食鱼类捕食的饵料生物量。在剩余饵料生物中，小型饵料生物占的比例较小，所以渔获资源的变化，不仅改变了环境中的饵料生物量，还使环境中饵料生物的组成发生了变化，从而改变了鱼类群落的结构和功能。

以上简要阐述了依食物关系研究鱼类群落生态学的理论方法。而鱼类群落生态学是一门年轻的生态学科，亟待完善和发展。从食物关系研究鱼类群落生态学，分析捕食群与饵料生物群的数量化关系，解析鱼类群落结构变化既丰富了生态学理论研究，又为渔业资源管理决策提供科学依据，所以它具有较高的理论研究价值和重大的经济现实意义。

## 参考文献

- [1] 三尾真一等, 1984. 东汁海·黄海にすける底层鱼类的食物关系に基づく群集生态学的研究。西水研研报 61:1~221。
- [2] S. Kimoto, 1969. An ecological study on animal communities of the *Zoostera marina* in Tomidak Bay, Amakusa. Kyushu. Publ. Amakvsa. Mar. Biol. Lab. 1 (1): 1—106.
- [3] M. Morisita, 1959. Measuring of interspecific association and similarity between communities. Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ. Ser. E(Biol.) 3(1): 65—80.
- [4] Yang Jiming, 1982. A tentative analysis of the trophic levels of North Sea, Mar. Ecol. Prog. Ser. 7: 247—252.