

研究简报

# 闽南渔场大黄鱼年间生殖群体组成相似程度的模糊识别

## A FUZZY DISTINGUISHABILITY ON SIMILAR DEGREE OF COMPOSITION OF SPAWNING STOCK OF YELLOW CROAKER IN THE SOUTH FUJIAN FISHING GROUND

张澄茂

(福建省水产研究所, 厦门 361012)

Zhang Chengmao

(Fujian Fisheries Research Institute, Xiamen 361012)

**关键词** 闽南渔场, 大黄鱼, 生殖群体, 模糊识别

**KEYWORDS** the South Fujian Fishing Ground, yellow croaker, spawning stock, fuzzy distinguishability

闽南渔场大黄鱼生殖群体隶属闽粤东族, 其群体组成的变化可反映资源数量的变动状况。年间群体组成相似程度的模糊识别, 旨在为研究该群体资源结构的变动趋势提供定量的科学依据。

### 一、材料与 方法

**1. 材料来源** 大黄鱼渔获样本采集时间为1980-1985年闽南渔场大黄鱼春汛生产期间(2月下旬至4月上旬), 从群众渔业机大围缙中随机获取。渔场分布包括 $23^{\circ}30' - 24^{\circ}30'N$ 、 $117^{\circ}30' - 118^{\circ}30'E$ 范围内60米等深线以浅海域。每年汛期通常取样2-4批, 每批100尾左右, 六年间共采集大黄鱼生物学测定样本1714尾, 其中年龄样本1589个。

**2. 方法和步骤** 文中首先利用鱼类样本组距的计算模式[张澄茂, 1992], 分别计算和统计了1980-1985年历年闽南渔场大黄鱼生殖群体的体长、体重和年龄频率组成资料。其次定义不同年间群体组成的模糊贴近度。最后应用模糊贴近度和择近原则, 对该群体不同年间群体组成的相似程度进行模糊识别。具体方法和步骤简述如下:

(1) 样本原始测量数据的统计整理 依鱼类样本组距计算模式:

$$\Delta X = \frac{2t_{\alpha/2}S}{\sqrt{n}} \quad (\text{当 } \alpha=0.05 \text{ 时, } \Delta X \approx \frac{4S}{\sqrt{n}}) \quad (1)$$

式中, S 为样本标准差; n 为样本容量。

我们可计得: 体长组距 20 毫米、组数 20 组; 体重组距 150 克, 组数 21 组; 年龄组距 1 龄, 有 18 个年龄组。而后据此分别计算和统计 1980-1985 年历年群体的体长、体重和年龄频率组成, 将其作为下一步待分析的样本资料。

(2) 定义模糊贴近度 我们把不同频率组下的频率视之为鱼类群体各频率组的隶属程度 [林光纪, 1988]。并设给定论域 U 上的任意两个样本群体组成的隶属函数分别为  $\mu_A(x)$  和  $\mu_B(x)$ 。其模糊分布如图 1 所示, 图中两曲线相交的阴影面积  $S_0$  即为模糊贴近度。其表达式为:

$$\delta(\underline{A}, \underline{B}) = \int_a^c \mu_A(x) dx + \int_c^b \mu_B(x) dx \quad (2)$$

当模糊分布的离散组距为  $dx = \Delta(x_{i+1} - x_i) \approx \frac{4S}{\sqrt{n}}$  时, 则模糊贴近度计算模式为:

$$\delta(\underline{A}, \underline{B}) = \sum_{i=1}^N \text{Min}[\mu_A(x_i), \mu_B(x_i)] \quad (3)$$

式中,  $\mu_A(x_i)$  为模糊分布 A 第 i 频率组的频率;

$\mu_B(x_i)$  为模糊分布 B 第 i 频率组的频率;

N 为样本频率组数。

根据模糊贴近度定义, 图 1 中模糊贴近度  $\delta(\underline{A}, \underline{B}) \in [0, 1]$ 。显然, 它可用来衡量不同年间群体组成的相似程度。

(3) 择近原则和  $\lambda$  水平集 依模糊识别的择近原则 [苋 垆, 1989], 设给定论域 U 上有 m 个模糊子集  $\underline{A}_1, \underline{A}_2, \underline{A}_3, \dots, \underline{A}_m$ , 被识别对象也是 U 上的一个模糊子集  $\underline{B}$ , 若满足择近原则。

$$(\underline{B}, \underline{A}_i) = \text{Max}[(\underline{B}, \underline{A}_1), (\underline{B}, \underline{A}_2), \dots, (\underline{B}, \underline{A}_m)] \quad (4)$$

那么, 在两两比较中, 若  $\underline{B}$  与  $\underline{A}_i$  最贴近, 则最贴近者相似程度为最大。

我们把相似程度划分为五个等级, 即:

- 相似程度极差  $S_0 < 0.45$
- 相似程度较差  $0.45 \leq S_0 < 0.60$
- 相似程度一般  $0.60 \leq S_0 < 0.75$
- 相似程度较好  $0.75 \leq S_0 < 0.90$
- 相似程度极好  $S_0 \geq 0.90$

对于各年间待分析样本的全体  $\underline{A}_1, \underline{A}_2, \underline{A}_3, \dots, \underline{A}_m$ , 经 (3) 式的两两计算结果, 我们便可得出体长、体重和年龄组成的模糊相似矩阵, 即  $(L_{ij})_{\text{maxm}}, (W_{ij})_{\text{maxm}}$  和  $(T_{ij})_{\text{maxm}}$ 。考虑到在群体组成中, 它们三者间的重要性大小相当, 所以本文取 1/3 近似作为它们的权数, 其计算式如下:

$$r_{ij} \approx \frac{1}{3} (L_{ij} + W_{ij} + T_{ij}) \quad (5)$$

依上式我们便可计得群体组成相似矩阵  $(r_{ij})_{\text{maxm}}$ 。

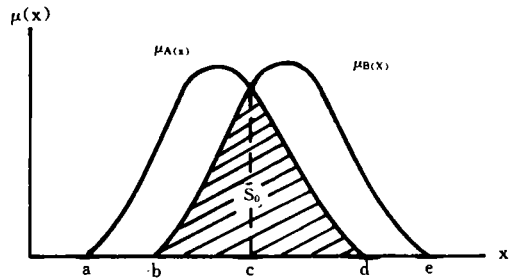


图 1  $\mu_A(x)$  与  $\mu_B(x)$  的模糊贴近度

Fig. 1 The fuzzy press close degree of  $\mu_A(x)$  and  $\mu_B(x)$

## 二、结果与讨论

## (一) 年间体长组成模糊贴近度

由1980-1985年大黄鱼体长频率组成资料依(3)式可计得不同年间体长组成的模糊贴近度

$$\delta_l(80, 81) = \sum_{i=1}^{20} \text{Min}[\mu_{80}(l_i), \mu_{81}(l_i)] = 0.809$$

$$\delta_l(80, 82) = \sum_{i=1}^{20} \text{Min}[\mu_{80}(l_i), \mu_{82}(l_i)] = 0.790$$

如此等等。我们把不同年间体长组成模糊贴近度的计算结果构成对称矩阵 $(L_{ij})_{6 \times 6}$

$$(L_{ij})_{6 \times 6} = \begin{matrix} & \begin{matrix} 80 & 81 & 82 & 83 & 84 & 85 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 80 \\ 81 \\ 82 \\ 83 \\ 84 \\ 85 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & & & & & \\ 0.809 & 1 & & & & \\ 0.790 & 0.695 & 1 & & & \\ 0.708 & 0.677 & 0.741 & 1 & & \\ 0.642 & 0.541 & 0.766 & 0.705 & 1 & \\ 0.442 & 0.595 & 0.420 & 0.483 & 0.366 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (6)$$

## (二) 年间体重组成模糊贴近度

从1980-1985年大黄鱼体重频率组成资料依(3)式可计得不同年间体重组成模糊贴近度

$$\delta_w(80, 81) = \sum_{i=1}^{21} \text{Min}[\mu_{80}(W_i), \mu_{81}(W_i)] = 0.743$$

$$\delta_w(80, 82) = \sum_{i=1}^{21} \text{Min}[\mu_{80}(W_i), \mu_{82}(W_i)] = 0.728$$

如此等等。我们把不同年间体重组成模糊贴近度的计算结果构成对称矩阵 $(W_{ij})_{6 \times 6}$

$$(W_{ij})_{6 \times 6} = \begin{matrix} & \begin{matrix} 80 & 81 & 82 & 83 & 84 & 85 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 80 \\ 81 \\ 82 \\ 83 \\ 84 \\ 85 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & & & & & \\ 0.743 & 1 & & & & \\ 0.728 & 0.666 & 1 & & & \\ 0.626 & 0.643 & 0.672 & 1 & & \\ 0.651 & 0.510 & 0.749 & 0.707 & 1 & \\ 0.495 & 0.643 & 0.425 & 0.424 & 0.386 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (7)$$

## (三) 年间年龄组成模糊贴近度

同理,由1980-1985年不同年间的年龄频率组成资料依(3)式可计得:

$$\delta_t(80, 81) = \sum_{i=1}^{18} \text{Min}[\mu_{80}(t_i), \mu_{81}(t_i)] = 0.779$$

$$\delta_t(80, 82) = \sum_{i=1}^{18} \text{Min}[\mu_{80}(t_i), \mu_{82}(t_i)] = 0.706$$

如此等等。将其构成对称矩阵 $(T_{ij})_{6 \times 6}$

$$(T_{ij})_{6 \times 6} = \begin{matrix} & \begin{matrix} 80 & 81 & 82 & 83 & 84 & 85 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 80 \\ 81 \\ 82 \\ 83 \\ 84 \\ 85 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & & & & & \\ 0.779 & 1 & & & & \\ 0.706 & 0.578 & 1 & & & \\ 0.702 & 0.587 & 0.774 & 1 & & \\ 0.532 & 0.460 & 0.709 & 0.723 & 1 & \\ 0.336 & 0.298 & 0.444 & 0.417 & 0.662 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (8)$$

### (四)年间群体组成模糊贴近度

我们把相应年间体长、体重和年龄组成的贴近度分别代入(5)式,便可得出不同年间群体组成模糊贴近度的对称矩阵 $(r_{ij})_{6 \times 6}$ 。

$$(r_{ij})_{6 \times 6} = \begin{matrix} & \begin{matrix} 80 & 81 & 82 & 83 & 84 & 85 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 80 \\ 81 \\ 82 \\ 83 \\ 84 \\ 85 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & & & & & \\ 0.777 & 1 & & & & \\ 0.741 & 0.646 & 1 & & & \\ 0.679 & 0.636 & 0.729 & 1 & & \\ 0.608 & 0.504 & 0.741 & 0.712 & 1 & \\ 0.424 & 0.512 & 0.430 & 0.441 & 0.471 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (9)$$

### (五)群体组成变动趋势及资源状况分析

依(4)式择近原则和 $\lambda$ 水平集划分,将(9)式进行聚类,得不同年间群体组成相似程度聚类图(图2)。从(9)式和图2中,我们可以清楚地看出,大黄鱼不同年间群体组成(包括体长、体重和年龄组成)存在明显差异,群体组成模糊贴近度从 $\delta(80,81)$ 的0.777减少至 $\delta(80,85)$ 的0.424,锐减了45.4%,呈现逐年显著下降的趋势。

闽南渔场大黄鱼生殖群体的这种变动趋势不是偶然的。它与同一时期捕捞过渡引起单位捕捞努力量渔获量(CPUE)逐年显著下降,群体组成的特征指标值(体长、体重和年龄各自的样本均值和样本标准差)发生显著变化的状况完全吻合[陈必哲等,1984]。因此,我们可以认为:自1980年以来,该渔场大黄鱼生殖群体的资源结构已发生了极其显著的变化。

闽南渔场大黄鱼生殖群体是闽南沿海渔民传统的捕捞对象之一,在正常年份汛产量1000吨左右,最高汛产量达4000多吨。五十年代中期曾盛行敲粘作业而使该群体资源数量一蹶不振。经二十年的休养生息,七十年代末大黄鱼资源恢复到一定的数量,1978年开始恢复生产以来,由于汛期进场投产的机大围缏数量难于控制,渔船逐年增长,终于导致捕捞过度。汛产量从

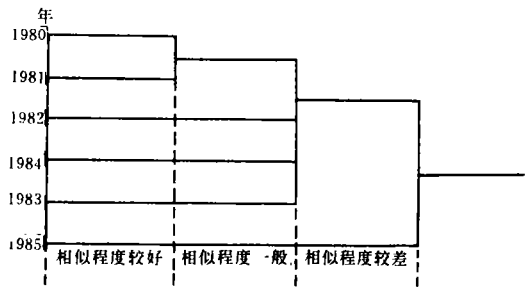


图2 不同年间群体组成相似程度聚类图

Fig. 2 The assembly type on similar degree of population composition for the different year

1981年的3700多吨逐年锐减至1985年的100来吨,1986年以后已形不成渔汛,资源再度出现严重的衰退。从闽南渔场拖网和流刺作业的生产情况看,近几年大黄鱼群体数量已出现有所恢复的迹象,但渔发面仍较小,产量

也还很低,说明该群体资源数量仍处于较低水平。建议有关部门能采取有效措施,加强禁渔区和禁渔期管理,使闽南渔场大黄鱼生殖群体资源数量能早日再度恢复。

洪港船、陈必哲和叶东土等同志参加大黄鱼样本生物学测定工作。

### 参 考 文 献

- [1] 陈必哲等,1984.闽南渔场大黄鱼渔业生物学基础的初步研究。福建水产,(4): 6-16。
- [2] 张澄茂,1992.关于确定鱼类样本组距和组数依据及其方法的研究。福建水产,(2): 1-8。
- [3] 林光纪,1988.应用模糊数学方法识别福建北部海区带鱼捕捞群体年龄组成的相似程度。海洋湖沼通报,(2): 92-96。
- [4] 茆 垆(编著),1989.实用模糊数学,92-178.科学技术文献出版社(京)。