

文章编号: 1004 - 7271(2002)04 - 0335 - 07

## 西北太平洋柔鱼种群的聚类分析

陈新军, 田思泉, 叶旭昌

(上海水产大学海洋学院, 上海 200090)

**摘 要:**根据沪渔公司鱿钓船于 1999 年 10 - 11 月在西北太平洋 165°E 以西海域随机采集的柔鱼样本,测定其胴长、鳍长、鳍宽、眼径、右 1 腕长、右 2 腕长、右 3 腕长、右 4 腕长和右触腕穗长 9 个形态特征指标值。利用灰色系统理论中的变权聚类分析方法,对柔鱼种群结构进行初步划分。研究结果表明,在西北太平洋海域,柔鱼存在着两个明显的独立种群,其形态特征值有较大的差异。

**关键词:**柔鱼;种群结构;灰色聚类;形态特征;西北太平洋

**中图分类号:**S932      **文献标识码:**A

## Study on population structure of flying squid in Northwestern Pacific based on gray system theory

CHEN Xin-jun, TIAN Si-quan, YE Xu-chang

(Ocean College of Shanghai Fisheries University 200090, China)

**Abstract:** Based on the squid samples randomly collected by squid jigging vessels from Shanghai Fisheries Company in October and November 1999 in the western waters of 165°E, 9 morphologic indicators, i.e. mantle length, fin length, fin width, eye diameter, the first right arm length, the second right arm length, the third right arm length, the fourth right arm length and right tentacle length, from squid were measured. The paper took Gray System Theory as a method to study population structure. The result indicated there are two distinct groups of squid in the Northwestern Pacific, and the indicators exist differently.

**Key words:** flying squid; population structure; grey assembly; shape feature; Northwestern Pacific

柔鱼 (*Ommastrephes bartrami*) 作为大洋性种类,广泛分布在北太平洋整个海域,资源极为丰富。该鱼种于 70 年代初期首先由日本渔船在其沿岸海域开发,之后,作业海域不断向东拓展。我国于 1993 年开发利用了这一资源,2000 年我国在北太平洋的鱿钓总产量为 13 万多 t,已成为我国重要的鱿钓作业渔场。为了确保北太平洋柔鱼资源的持续利用,有必要全面了解柔鱼的资源状况,其中柔鱼的种群结构是一项重要的研究内容。日本学者对整个北太平洋的柔鱼种群结构已作了研究。谷津明彦<sup>[1]</sup>根据柔鱼的胴长组成分析,柔鱼存在着夏生群(即 LL 群体)和冬春生群(即 L, S, SS 群体)。村上等<sup>[2]</sup>、Murata<sup>[3]</sup>、村田等<sup>[4]</sup>和 Murata 等<sup>[5]</sup>认为,柔鱼存在着四个群体(即 LL、L、S、SS 型),其中 LL 为大型种群,而 L、S 和 SS 型为在冬春季产卵的小型种群。形态学分类是一种传统种群鉴别方法,在我国得到广泛应用。它是对

收稿日期:2002-05-08

基金项目:国家 863 计划资源环境领域海洋监测主题“北太平洋鱿鱼渔场渔情信息产品制作与生产信息动态管理系统”(863 - 818 - 11 - 03 项目)

作者简介:陈新军(1967 - ),男,浙江义乌人。博士,教授,从事鱿钓渔业和渔业资源经济的研究。E-mail: xjchen@shfu.edu.cn

不同取样点的样品的计数特征、度量特征和解剖学特征进行比较。其中度量特征是指个体各个可以测量的部位及其比值,如体长、肛长、叉长、胴长以及体长/头长、体长/体高、体长/尾长等指标。形态学分类方法通常采用传统的多元统计分析进行数据处理,但该研究方法需要“大信息量”的样本,并且研究对象要服从某种典型的分布规律。

由邓聚龙教授于1982年创立的灰色系统理论,克服了传统多元统计方法所需的“大信息量”样本的缺点<sup>[6]</sup>。目前,该理论在社会、经济、科技、农业、生态等方面得到了广泛而成功地应用。为此,本文将采用灰色系统理论中灰色变权数的聚类分析方法,来研究西北太平洋柔鱼的种群结构。

## 1 数据来源及其研究方法

### 1.1 原始数据来源

沪渔公司鱿钓船于1999年10-11月在西北太平洋165°E以西海域作业渔场随机采集120尾柔鱼样本。共测定胴长(ML),鳍长(Q<sub>1</sub>),鳍宽(Q<sub>2</sub>),眼径(Y),右1腕长(WN<sub>1</sub>),右2腕长(WN<sub>2</sub>),右3腕长(WN<sub>3</sub>),右4腕长(WN<sub>4</sub>),右触腕穗长(SL)9个形态特征指标值,这些指标值较为科学地描述了柔鱼的形态特征。其测量单位为mm。具体度量方法见图1<sup>[7]</sup>。

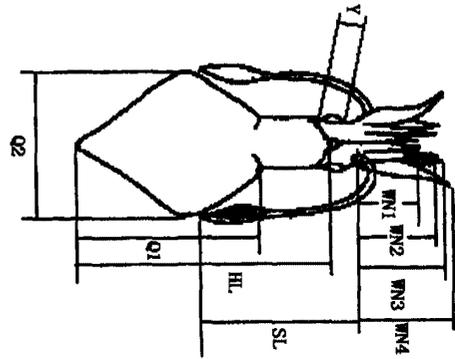


图1 柔鱼各种长度的度量方法  
Fig.1 The illustration of different length indicators for squid

### 1.2 数据处理方法

灰色变权聚类是以灰数的白化函数生成为基础的分析与统计方法。为了对样本进行合理的分类,应将样本(聚类对象)对于不同聚类指标所拥有的白化数(见表1),按s个灰类进行归纳,从而判断聚类对象所属的灰类。

现假设有n个聚类对象,m个聚类指标,s个不同灰类。数据处理方法如下<sup>[8]</sup>:

(1)根据给定的d<sub>ij</sub>构造矩阵D。其中i=1, 2, ..., n; j=1, 2, ..., m; k=1, 2, ..., s

(2)确定灰类白化函数f<sub>jk</sub>(如图2)。图2为典型白化函数,其数学表达式分别见式(1)-(3)。

表1 聚类指标所拥有的白化数

Tab.1 The cleared value of aggregative indicators

| 对象 | 指标              |                 |     |                 |
|----|-----------------|-----------------|-----|-----------------|
|    | 1               | 2               | ... | m               |
| 1  | d <sub>11</sub> | d <sub>12</sub> | ... | d <sub>1m</sub> |
| 2  | d <sub>21</sub> | d <sub>22</sub> | ... | d <sub>2m</sub> |
| 3  | d <sub>31</sub> | d <sub>32</sub> | ... | d <sub>3m</sub> |
| ⋮  | ⋮               | ⋮               | ⋮   | ⋮               |
| i  | d <sub>i1</sub> | d <sub>i2</sub> | ... | d <sub>im</sub> |

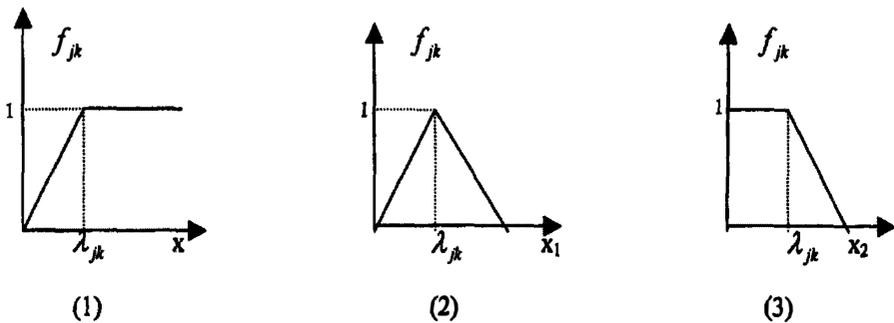


图2 灰类白化函数

Fig.2 The illustration of gray cleared calculation

$$f_{jk} = \begin{cases} x/\lambda_{jk} & x \in (0, \lambda_{jk}) \\ 1 & x \geq \lambda_{jk} \end{cases} \dots\dots\dots (1)$$

$$f_{jk} = \begin{cases} x/\lambda_{jk} & x \leq \lambda_{jk} \\ (x_1 - x)/(x_1 - \lambda_{jk}) & x \in (\lambda_{jk}, x_1) \end{cases} \dots\dots\dots (2)$$

$$f_{jk} = \begin{cases} 1 & x \leq \lambda_{jk} \\ (x_2 - x)/(x_2 - \lambda_{jk}) & x \in (\lambda_{jk}, x_2) \end{cases} \dots\dots\dots (3)$$

(3)求聚类权  $\eta_{jk}$

第  $j$  个指标对于  $k$  个灰类的权为

$$\eta_{jk} = \lambda_{jk} / \sum_{j=1}^m \lambda_{jk} \dots\dots\dots (4)$$

(4)求聚类系数

第  $i$  个聚类对象属于  $k$  个灰类的聚类变权系数为

$$\sigma_{jk} = \sum_{j=1}^m f_{jk}(d_{jk})^* \eta_{jk} \dots\dots\dots (5)$$

(5)构造聚类系数向量

$\sigma_i = (\sigma_{i1}, \sigma_{i2}, \dots, \sigma_{in})$  称为聚类对象  $i$  的聚类系数向量

(6)聚类结果

设  $\sigma_{jk}^* = \max_{1 \leq k \leq r} \{\sigma_{jk}\}$ , 则认为聚类对象  $i$  属于  $k$  灰类。

## 2 数据处理结果

根据提供的原始数据,分别求得其它度量指标与胴长的比值,即  $Q_1/ML, Q_2/ML, Y/ML, W_1/ML, W_2/ML, W_3/ML, W_4/ML, S/ML$ 。结果见表 2。根据表 2 中提供的数据,构造一个以 8 个指标为列,120 个样本为行的矩阵。

$$d_{ji} = \begin{vmatrix} d_{1,1}(0.425) & d_{1,2}(0.766) & \Delta & d_{1,8}(0.429) \\ d_{2,1}(0.428) & d_{2,2}(0.736) & \Delta & d_{2,8}(0.553) \\ M & M & M & M \\ d_{120,1}(0.444) & d_{120,2}(0.791) & \Delta & d_{120,8}(0.528) \end{vmatrix}$$

采用高、中、低三个程度指标来设定灰类白化函数。其构造的白化函数如下:

$$f_{11} = \begin{cases} x/0.5 & x \in [0, 0.5] \\ 1 & x \geq 0.5 \end{cases} \quad f_{12} = \begin{cases} x/0.43 & x \in [0, 0.43] \\ (x_1 - x)/(x_1 - 0.43) & x \in (0.43, x_1) \end{cases}$$

$$f_{13} = \begin{cases} 1 & x \leq 0.41 \\ (x_2 - x)/(x_2 - 0.41) & x \in (0.41, x_2) \end{cases} \quad f_{21} = \begin{cases} x/0.8 & x \in [0, 0.8] \\ 1 & x \geq 0.8 \end{cases}$$

$$f_{22} = \begin{cases} x/0.76 & x \in [0, 0.76] \\ (x_1 - x)/(x_1 - 0.76) & x \in (0.76, x_1) \end{cases} \quad f_{23} = \begin{cases} 1 & x \leq 0.74 \\ (x_2 - x)/(x_2 - 0.74) & x \in (0.74, x_2) \end{cases}$$

$$f_{31} = \begin{cases} x/0.08 & x \in [0, 0.08] \\ 1 & x \geq 0.08 \end{cases} \quad f_{32} = \begin{cases} x/0.073 & x \in [0, 0.073] \\ (x_1 - x)/(x_1 - 0.073) & x \in (0.073, x_1) \end{cases}$$

$$f_{33} = \begin{cases} 1 & x \leq 0.068 \\ (x_2 - x)/(x_2 - 0.068) & x \in (0.068, x_2) \end{cases} \quad f_{41} = \begin{cases} x/0.52 & x \in [0, 0.52] \\ 1 & x \geq 0.52 \end{cases}$$

$$f_{42} = \begin{cases} x/0.48 & x \in [0, 0.48] \\ (x_1 - x)/(x_1 - 0.48) & x \in (0.48, x_1) \end{cases} \quad f_{43} = \begin{cases} 1 & x \leq 0.46 \\ (x_2 - x)/(x_2 - 0.46) & x \in (0.46, x_2) \end{cases}$$

表2 各形态特征值的比值

Tab.2 The ratio of different morphologic feature indicators

| 样本                 | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Q <sub>1</sub> /ML | 0.4245 | 0.4282 | 0.4363 | 0.4575 | 0.4388 | 0.4377 | 0.4407 | 0.4451 | 0.4249 | 0.4462 |
| Q <sub>2</sub> /ML | 0.7659 | 0.7365 | 0.7365 | 0.7500 | 0.7403 | 0.7262 | 0.7599 | 0.7363 | 0.7847 | 0.7581 |
| Y/ML               | 0.0722 | 0.0824 | 0.0850 | 0.0725 | 0.0746 | 0.0587 | 0.0760 | 0.0824 | 0.0680 | 0.0806 |
| W <sub>1</sub> /ML | 0.4880 | 0.5012 | 0.4788 | 0.5600 | 0.5254 | 0.4939 | 0.4924 | 0.4698 | 0.5042 | 0.5161 |
| W <sub>2</sub> /ML | 0.6039 | 0.5765 | 0.6006 | 0.6675 | 0.5910 | 0.5037 | 0.5988 | 0.5632 | 0.6147 | 0.5833 |
| W <sub>3</sub> /ML | 0.5755 | 0.6165 | 0.6601 | 0.6900 | 0.6358 | 0.5917 | 0.6778 | 0.6126 | 0.6346 | 0.6048 |
| W <sub>4</sub> /ML | 0.5514 | 0.5435 | 0.5779 | 0.6950 | 0.6269 | 0.6308 | 0.5957 | 0.5632 | 0.6289 | 0.5995 |
| S/ML               | 0.4923 | 0.5529 | 0.6091 | 0.6375 | 0.6746 | 0.5550 | 0.6383 | 0.7005 | 0.5184 | 0.5645 |
| 样本                 | 11     | 12     | 13     | 14     | 15     | 16     | 17     | 18     | 19     | 20     |
| Q1/ML              | 0.4358 | 0.4390 | 0.4395 | 0.4456 | 0.4524 | 0.4384 | 0.4451 | 0.4441 | 0.4718 | 0.4389 |
| Q2/ML              | 0.7537 | 0.7610 | 0.7737 | 0.7513 | 0.7674 | 0.7945 | 0.7764 | 0.7450 | 0.7910 | 0.7639 |
| Y/ML               | 0.0758 | 0.0732 | 0.0684 | 0.0648 | 0.0761 | 0.0712 | 0.0849 | 0.0774 | 0.0678 | 0.0833 |
| W1/ML              | 0.4905 | 0.5220 | 0.5000 | 0.4948 | 0.5074 | 0.5205 | 0.5259 | 0.5444 | 0.5791 | 0.5417 |
| W2/ML              | 0.5937 | 0.6122 | 0.5658 | 0.5959 | 0.5920 | 0.6027 | 0.6128 | 0.6304 | 0.7062 | 0.6389 |
| W3/ML              | 0.6568 | 0.6244 | 0.6158 | 0.6166 | 0.5920 | 0.6712 | 0.6584 | 0.6734 | 0.7203 | 0.6611 |
| W4/ML              | 0.6147 | 0.5756 | 0.5711 | 0.5699 | 0.5983 | 0.6247 | 0.6687 | 0.6304 | 0.7062 | 0.6667 |
| S/ML               | 0.5789 | 0.5659 | 0.5737 | 0.5622 | 0.5285 | 0.6849 | 0.5383 | 0.6074 | 0.6356 | 0.6389 |
| 样本                 | 21     | 22     | 23     | 24     | 25     | 26     | 27     | 28     | 29     | 30     |
| Q1/ML              | 0.4478 | 0.4361 | 0.4471 | 0.4091 | 0.4195 | 0.4444 | 0.4035 | 0.3993 | 0.4152 | 0.5968 |
| Q2/ML              | 0.7910 | 0.7500 | 0.8150 | 0.7364 | 0.7383 | 0.7600 | 0.7368 | 0.7090 | 0.7612 | 0.7677 |
| Y/ML               | 0.0687 | 0.0806 | 0.0947 | 0.0682 | 0.0671 | 0.0667 | 0.0737 | 0.0746 | 0.0761 | 0.0645 |
| W1/ML              | 0.5373 | 0.5417 | 0.5441 | 0.5227 | 0.5034 | 0.4890 | 0.4386 | 0.4664 | 0.4844 | 0.5161 |
| W2/ML              | 0.6418 | 0.6389 | 0.6498 | 0.5682 | 0.5537 | 0.5778 | 0.5263 | 0.5261 | 0.5813 | 0.6129 |
| W3/ML              | 0.6567 | 0.6472 | 0.6278 | 0.5818 | 0.6107 | 0.6667 | 0.5965 | 0.5970 | 0.6159 | 0.6710 |
| W4/ML              | 0.6119 | 0.6111 | 0.5903 | 0.5273 | 0.5872 | 0.6222 | 0.5263 | 0.5597 | 0.5536 | 0.6129 |
| S/ML               | 0.5672 | 0.6528 | 0.7159 | 0.5000 | 0.5537 | 0.6444 | 0.5088 | 0.5970 | 0.6228 | 0.6323 |
| 样本                 | 31     | 32     | 33     | 34     | 35     | 36     | 37     | 38     | 39     | 40     |
| Q1/ML              | 0.4245 | 0.4366 | 0.4200 | 0.4078 | 0.3906 | 0.3901 | 0.4286 | 0.4308 | 0.3953 | 0.4251 |
| Q2/ML              | 0.7518 | 0.7746 | 0.7333 | 0.7176 | 0.7656 | 0.7265 | 0.7464 | 0.7610 | 0.7510 | 0.7530 |
| Y/ML               | 0.0719 | 0.0657 | 0.0667 | 0.0824 | 0.0977 | 0.0762 | 0.1071 | 0.0755 | 0.0711 | 0.1012 |
| W1/ML              | 0.4568 | 0.4930 | 0.4733 | 0.4196 | 0.4688 | 0.4529 | 0.4714 | 0.4937 | 0.4308 | 0.4575 |
| W2/ML              | 0.5576 | 0.5634 | 0.5600 | 0.5608 | 0.5938 | 0.5471 | 0.5071 | 0.5409 | 0.5257 | 0.5749 |
| W3/ML              | 0.6115 | 0.6244 | 0.6000 | 0.5686 | 0.6367 | 0.5740 | 0.5464 | 0.6069 | 0.5534 | 0.5992 |
| W4/ML              | 0.5576 | 0.5399 | 0.5833 | 0.5490 | 0.5820 | 0.4574 | 0.5393 | 0.5535 | 0.4862 | 0.5425 |
| S/ML               | 0.6043 | 0.7981 | 0.5667 | 0.5529 | 0.6484 | 0.4843 | 0.6286 | 0.5346 | 0.5731 | 0.5749 |
| 样本                 | 41     | 42     | 43     | 44     | 45     | 46     | 47     | 48     | 49     | 50     |
| Q1/ML              | 0.4301 | 0.4360 | 0.4248 | 0.4104 | 0.4209 | 0.4416 | 0.4441 | 0.4586 | 0.4339 | 0.4429 |
| Q2/ML              | 0.7941 | 0.7630 | 0.7124 | 0.7264 | 0.7482 | 0.7662 | 0.7797 | 0.7862 | 0.8471 | 0.7857 |
| Y/ML               | 0.0809 | 0.0806 | 0.0708 | 0.0708 | 0.0719 | 0.0736 | 0.0746 | 0.0720 | 0.0868 | 0.0821 |
| W1/ML              | 0.4816 | 0.4550 | 0.4690 | 0.4528 | 0.5036 | 0.4762 | 0.5153 | 0.4966 | 0.4545 | 0.5036 |
| W2/ML              | 0.5515 | 0.5450 | 0.5575 | 0.5283 | 0.5899 | 0.5411 | 0.6576 | 0.5724 | 0.5744 | 0.6214 |
| W3/ML              | 0.6140 | 0.6019 | 0.5752 | 0.5896 | 0.6763 | 0.6061 | 0.6441 | 0.6379 | 0.6116 | 0.6643 |
| W4/ML              | 0.5735 | 0.5403 | 0.5664 | 0.5283 | 0.6187 | 0.5411 | 0.6271 | 0.5690 | 0.5702 | 0.6107 |
| S/ML               | 0.6324 | 0.4929 | 0.5531 | 0.5330 | 0.5504 | 0.5498 | 0.6475 | 0.6550 | 0.6074 | 0.6679 |
| 样本                 | 51     | 52     | 53     | 54     | 55     | 56     | 57     | 58     | 59     | 60     |
| Q1/ML              | 0.4473 | 0.4458 | 0.4112 | 0.4320 | 0.4268 | 0.4039 | 0.4355 | 0.4262 | 0.4116 | 0.3984 |
| Q2/ML              | 0.7564 | 0.7952 | 0.7730 | 0.7991 | 0.7622 | 0.7451 | 0.7548 | 0.7803 | 0.7744 | 0.7927 |
| Y/ML               | 0.0691 | 0.0723 | 0.0691 | 0.0734 | 0.1006 | 0.0824 | 0.0742 | 0.0820 | 0.0762 | 0.0854 |
| W1/ML              | 0.4545 | 0.4819 | 0.5263 | 0.5400 | 0.4787 | 0.4824 | 0.4323 | 0.5311 | 0.4634 | 0.5000 |
| W2/ML              | 0.5491 | 0.5639 | 0.6250 | 0.6069 | 0.5793 | 0.5686 | 0.5548 | 0.5836 | 0.6220 | 0.5894 |
| W3/ML              | 0.5673 | 0.6458 | 0.6579 | 0.6587 | 0.5945 | 0.6275 | 0.6032 | 0.6590 | 0.6433 | 0.6504 |
| W4/ML              | 0.5564 | 0.6386 | 0.6086 | 0.6328 | 0.5640 | 0.5686 | 0.5484 | 0.5574 | 0.5732 | 0.6016 |
| S/ML               | 0.5709 | 0.7108 | 0.6184 | 0.6263 | 0.6402 | 0.6118 | 0.6452 | 0.6557 | 0.6098 | 0.6707 |

表 2(续) 各形态特征值的比值

Tab.2 The ratio of different morphologic feature indicators

| 样本    | 61     | 62     | 63     | 64     | 65     | 66     | 67     | 68     | 69     | 70     |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Q1/ML | 0.4000 | 0.4259 | 0.4367 | 0.4246 | 0.4464 | 0.4492 | 0.4015 | 0.4345 | 0.4218 | 0.4118 |
| Q2/ML | 0.7878 | 0.7562 | 0.7918 | 0.7193 | 0.8036 | 0.7692 | 0.7689 | 0.7655 | 0.7653 | 0.7868 |
| Y/ML  | 0.0857 | 0.0710 | 0.0735 | 0.0807 | 0.0714 | 0.0738 | 0.0606 | 0.0724 | 0.0782 | 0.0735 |
| W1/ML | 0.4816 | 0.4877 | 0.4898 | 0.5263 | 0.4786 | 0.4769 | 0.4583 | 0.5034 | 0.4966 | 0.5147 |
| W2/ML | 0.5714 | 0.5154 | 0.6041 | 0.5614 | 0.5714 | 0.5477 | 0.5758 | 0.5655 | 0.5782 | 0.6103 |
| W3/ML | 0.6245 | 0.6327 | 0.6122 | 0.5789 | 0.5893 | 0.5820 | 0.5871 | 0.6138 | 0.6054 | 0.6176 |
| W4/ML | 0.5837 | 0.6019 | 0.6122 | 0.5684 | 0.5321 | 0.5846 | 0.5076 | 0.5552 | 0.5000 | 0.5846 |
| S/ML  | 0.5918 | 0.6821 | 0.5592 | 0.6667 | 0.5821 | 0.5969 | 0.5606 | 0.5966 | 0.5782 | 0.7353 |
| 样本    | 71     | 72     | 73     | 74     | 75     | 76     | 77     | 78     | 79     | 80     |
| Q1/ML | 0.4269 | 0.4235 | 0.4380 | 0.4244 | 0.4427 | 0.4350 | 0.4094 | 0.4496 | 0.4348 | 0.4215 |
| Q2/ML | 0.7885 | 0.7373 | 0.7752 | 0.7437 | 0.7905 | 0.7642 | 0.7677 | 0.7914 | 0.7913 | 0.7686 |
| Y/ML  | 0.0731 | 0.0784 | 0.0698 | 0.0714 | 0.0791 | 0.0813 | 0.0827 | 0.0719 | 0.0739 | 0.0785 |
| W1/ML | 0.4615 | 0.4627 | 0.4845 | 0.4832 | 0.4941 | 0.4878 | 0.4724 | 0.5036 | 0.4870 | 0.4545 |
| W2/ML | 0.6154 | 0.5098 | 0.6124 | 0.5882 | 0.5731 | 0.5488 | 0.5709 | 0.6115 | 0.5739 | 0.5579 |
| W3/ML | 0.6346 | 0.5882 | 0.6279 | 0.6303 | 0.6561 | 0.5976 | 0.6142 | 0.6763 | 0.6304 | 0.6198 |
| W4/ML | 0.5654 | 0.5333 | 0.5620 | 0.5462 | 0.6324 | 0.5813 | 0.5630 | 0.5755 | 0.5870 | 0.5579 |
| S/ML  | 0.6346 | 0.5686 | 0.6202 | 0.6176 | 0.6917 | 0.5935 | 0.6102 | 0.6763 | 0.5652 | 0.6074 |
| 样本    | 81     | 82     | 83     | 84     | 85     | 86     | 87     | 88     | 89     | 90     |
| Q1/ML | 0.4215 | 0.4444 | 0.4303 | 0.4378 | 0.4280 | 0.4231 | 0.4606 | 0.4264 | 0.4403 | 0.4209 |
| Q2/ML | 0.7854 | 0.7613 | 0.7500 | 0.8155 | 0.7407 | 0.7500 | 0.7394 | 0.7688 | 0.7862 | 0.7306 |
| Y/ML  | 0.0728 | 0.0740 | 0.0820 | 0.0858 | 0.0700 | 0.0833 | 0.0636 | 0.0631 | 0.0660 | 0.0640 |
| W1/ML | 0.4981 | 0.4938 | 0.4918 | 0.4549 | 0.4527 | 0.4968 | 0.4788 | 0.4565 | 0.4748 | 0.4579 |
| W2/ML | 0.5556 | 0.5844 | 0.5246 | 0.5751 | 0.5514 | 0.5929 | 0.5515 | 0.5586 | 0.5566 | 0.5657 |
| W3/ML | 0.5939 | 0.6049 | 0.5861 | 0.6309 | 0.5638 | 0.6474 | 0.5909 | 0.6396 | 0.5943 | 0.6128 |
| W4/ML | 0.5441 | 0.5185 | 0.5000 | 0.5880 | 0.4938 | 0.5737 | 0.5333 | 0.5856 | 0.5818 | 0.5522 |
| S/ML  | 0.6513 | 0.7737 | 0.6230 | 0.5794 | 0.4815 | 0.6026 | 0.5545 | 0.5255 | 0.5660 | 0.5892 |
| 样本    | 101    | 102    | 103    | 104    | 105    | 106    | 107    | 108    | 109    | 110    |
| Q1/ML | 0.4256 | 0.4510 | 0.4281 | 0.4355 | 0.4224 | 0.4367 | 0.4256 | 0.4358 | 0.4291 | 0.4400 |
| Q2/ML | 0.7649 | 0.7567 | 0.7645 | 0.8014 | 0.8123 | 0.7627 | 0.7493 | 0.7570 | 0.8108 | 0.7538 |
| Y/ML  | 0.0595 | 0.0623 | 0.0642 | 0.0732 | 0.0614 | 0.0570 | 0.0601 | 0.0587 | 0.0709 | 0.0677 |
| W1/ML | 0.5060 | 0.4807 | 0.4495 | 0.4599 | 0.4621 | 0.4557 | 0.4778 | 0.4525 | 0.4257 | 0.4738 |
| W2/ML | 0.6250 | 0.5638 | 0.5382 | 0.6098 | 0.5415 | 0.6013 | 0.5875 | 0.5140 | 0.5574 | 0.5846 |
| W3/ML | 0.6399 | 0.6202 | 0.5688 | 0.6307 | 0.6209 | 0.6424 | 0.6031 | 0.5615 | 0.6014 | 0.5631 |
| W4/ML | 0.5893 | 0.6050 | 0.5260 | 0.5749 | 0.5704 | 0.5854 | 0.5222 | 0.5698 | 0.5507 | 0.5477 |
| S/ML  | 0.5923 | 0.5430 | 0.6758 | 0.5819 | 0.5596 | 0.6171 | 0.5483 | 0.4972 | 0.5777 | 0.5138 |
| 样本    | 111    | 112    | 113    | 114    | 115    | 116    | 117    | 118    | 119    | 120    |
| Q1/ML | 0.4420 | 0.4340 | 0.4251 | 0.4230 | 0.4406 | 0.4322 | 0.4392 | 0.4438 | 0.4240 | 0.4220 |
| Q2/ML | 0.8230 | 0.8075 | 0.7492 | 0.7462 | 0.8188 | 0.7666 | 0.7838 | 0.7906 | 0.7920 | 0.7850 |
| Y/ML  | 0.0650 | 0.0679 | 0.0612 | 0.0604 | 0.0750 | 0.0631 | 0.0709 | 0.0656 | 0.0680 | 0.0700 |
| W1/ML | 0.4230 | 0.4943 | 0.4618 | 0.4169 | 0.4906 | 0.4732 | 0.4628 | 0.4094 | 0.4570 | 0.4800 |
| W2/ML | 0.5580 | 0.5849 | 0.5291 | 0.5196 | 0.5688 | 0.5394 | 0.5946 | 0.5250 | 0.5370 | 0.5940 |
| W3/ML | 0.5770 | 0.6453 | 0.5657 | 0.5650 | 0.6281 | 0.5615 | 0.6250 | 0.5438 | 0.5700 | 0.6130 |
| W4/ML | 0.5350 | 0.5547 | 0.5352 | 0.5287 | 0.5781 | 0.5300 | 0.5709 | 0.5219 | 0.5250 | 0.5390 |
| S/ML  | 0.4810 | 0.5358 | 0.6208 | 0.5378 | 0.5375 | 0.5268 | 0.6149 | 0.5281 | 0.5520 | 0.5550 |

$$f_{51} = \begin{cases} x/0.62 & x \in (0, 0.62) \\ 1 & x \geq 0.62 \end{cases} \quad f_{52} = \begin{cases} x/0.58 & x \in (0, 0.58) \\ (x_1 - x)/(x_1 - 0.58) & x \in (0.58, x_1) \end{cases}$$

$$f_{53} = \begin{cases} 1 & x \leq 0.41 \\ (x_2 - x)/(x_2 - 0.41) & x \in (0.41, x_2) \end{cases} \quad f_{61} = \begin{cases} x/0.64 & x \in (0, 0.64) \\ 1 & x \geq 0.64 \end{cases}$$

$$f_{62} = \begin{cases} x/0.60 & x \in [0, 0.60] \\ (x_1 - x)/(x_1 - 0.60) & x \in (0.60, x_1) \end{cases} \quad f_{63} = \begin{cases} 1 & x \leq 0.57 \\ (x_2 - x)/(x_2 - 0.57) & x \in (0.57, x_2) \end{cases}$$

$$f_{71} = \begin{cases} x/0.62 & x \in [0, 0.62] \\ 1 & x \geq 0.62 \end{cases} \quad f_{72} = \begin{cases} x/0.56 & x \in [0, 0.56] \\ (x_1 - x)/(x_1 - 0.56) & x \in (0.56, x_1) \end{cases}$$

$$f_{73} = \begin{cases} 1 & x \leq 0.53 \\ (x_2 - x)/(x_2 - 0.53) & x \in (0.53, x_2) \end{cases} \quad f_{81} = \begin{cases} x/0.70 & x \in [0, 0.70] \\ 1 & x \geq 0.70 \end{cases}$$

$$f_{82} = \begin{cases} x/0.60 & x \in [0, 0.60] \\ (x_1 - x)/(x_1 - 0.60) & x \in (0.60, x_1) \end{cases} \quad f_{83} = \begin{cases} 1 & x \leq 0.55 \\ (x_2 - x)/(x_2 - 0.55) & x \in (0.55, x_2) \end{cases}$$

利用公式(1) - (5)求得聚类系数,并构造聚类系数向量,其聚类结果见表3。

表3 各样本的聚类结果

Tab.3 The aggregative results of different samples

| 类别 | 样本  | 合计  |
|----|---|-----|
| 一类 | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,25,26,29,30,31,32,33,35,38,41,42,45,46,47,48,49,50,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,66,68,69,70,71,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,88,89,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100,101,102,103,104,105,106,107,108,110,112,115,116,117,118,120 | 99尾 |
| 二类 | 24,27,28,34,36,37,39,40,43,44,51,65,67,72,87,90,109,111,113,114,119   | 21尾 |

### 3 结论与讨论

(1)利用灰色变权聚类方法对西北太平洋海域的柔鱼的种群结构进行了分析,聚类结果表明,在西北太平洋海域(165°E以西),柔鱼明显存在着两个种群。

(2)通过计算,分别得出两个种群的8个形态特征值的平均值(见表4)。其平均值存在着明显的差异。变异系数的变化值在2.54% - 9.15%之间,其中最为显著的指标为各个腕足长度与胴长的比值,而鳍长、鳍宽与胴长比值的差异系数较小。

表4 两种群的形态特征平均值

Tab.4 The average value of different morphologic feature indicators for two populations

| 第一类 | 特征值  | S <sub>Q1</sub> /S <sub>ML</sub> | S <sub>Q2</sub> /S <sub>ML</sub> | S <sub>V</sub> /S <sub>ML</sub> | S <sub>W1</sub> /S <sub>ML</sub> | S <sub>W2</sub> /S <sub>ML</sub> | S <sub>W3</sub> /S <sub>ML</sub> | S <sub>W4</sub> /S <sub>ML</sub> | S <sub>SL</sub> /S <sub>ML</sub> |
|-----|------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|     | 平均值  | 0.4372                           | 0.7717                           | 0.0785                          | 0.4929                           | 0.5847                           | 0.6256                           | 0.5846                           | 0.6016                           |
| 第二类 | 特征值  | S <sub>Q1</sub> /S <sub>ML</sub> | S <sub>Q2</sub> /S <sub>ML</sub> | S <sub>V</sub> /S <sub>ML</sub> | S <sub>W1</sub> /S <sub>ML</sub> | S <sub>W2</sub> /S <sub>ML</sub> | S <sub>W3</sub> /S <sub>ML</sub> | S <sub>W4</sub> /S <sub>ML</sub> | S <sub>SL</sub> /S <sub>ML</sub> |
|     | 平均值  | 0.4223                           | 0.7521                           | 0.0723                          | 0.4545                           | 0.5449                           | 0.5801                           | 0.5311                           | 0.5561                           |
|     | 差异系数 | 3.41%                            | 2.54%                            | 7.90%                           | 7.80%                            | 6.81%                            | 7.27%                            | 9.15%                            | 7.56%                            |

(3)所得出的结论与日本学者的研究结果基本相同。利用形态学分析方法需要定量的生物学测定工作,取样和测定工作简单,容易实现。同时,利用灰色聚类分析方法,其数学处理方法较为简单、科学,只需小样本信息。但是,利用形态方法的这些度量特征值,容易受环境因子的影响,从而降低了特征本身的稳定性,使鉴别结果的可信度受到影响。

(4)在种群结构鉴定分析中,作者首次应用灰色系统理论,并取得了较好的效果。这说明灰色系统理论在渔业资源的生物学分析具有一定的应用前景。

## 参考文献:

- [1] 谷津明彦. 北太平洋における釣り調査によるアカイカの分布(1976-1983年)[R]. 研究报告 29, 远洋水产研究所(平成4年3月). 1992, 13-37.
- [2] 村上幸一, 渡边安弘, 中田淳. 北太平洋におけるアカイカの成長と分布廻游[J]. 北海道大学水产学部北洋研究施設業績集, 1981 特别号, 181-190.
- [3] Murata M. Oceanic resources of squids[J]. Mar Behav Physiol, 1990, 18:19-71.
- [4] 村田守, 石井正, 久保田清吾. 北太平洋におけるアカイの資源構造に関する若干考察イカ类资源[R]. 渔海况检讨会议研究报告, 1985 昭和 58 年度:36-49.
- [5] Murata M, Y Nakamura, S Kubota, et al. Some biological aspects of neon flying squid *Omnastrephes bartrami* caught by Japanese squid gillnets in the North Pacific[J]. Nippon Suisan Gakkaishi, 1988, 54(9):1573-1581.
- [6] 刘恩峰, 郭天榜, 党耀国, 等.《灰色系统理论及其应用》[M]. 北京:科学出版社, 1999. 80-85.
- [7] 董正之. 世界大洋经济头足类生物学[M]. 济南:山东科学技术出版社. 1991. 11.
- [8] 邓聚龙.《灰色系统聚类分析》[M]. 武昌:华中理工大学出版社, 1996. 81-91.

## 下期文章摘要

## 我国实施渔业权制度可行性初探

陈锦辉<sup>1</sup>, 黄硕琳<sup>1</sup>, 倪雪朋<sup>2</sup>

(1. 上海水产大学, 上海 200090; 2. 山东省日照职业技术学院水产系, 山东 日照 276826)

**摘要:**随着《联合国海洋法公约》的正式生效,《负责任渔业行动准则》的出台,如何合理、有效地持续利用对其专属经济区内的水产资源,这已成为国际间渔业管理的一个焦点问题;随着水域利用和渔业资源利用上的冲突日趋频繁,如何保护处于竞争劣势的广大渔民的权益也成为各国渔业管理者关注的一个热点问题。本文阐述了渔业权的概念及其与物权的内在关系,描述了渔业权的法律特性,并从法律基础、法律特性等方面分析了渔业权在我国实施的可行性及其存在的问题,并提出了一些建议:坚持物权法定原则;建立完善的水域功能区划制度;明确规定渔业水域使用的公示制度,并建立公开查询制度;建立渔业权的自由有偿流转制度;明确规定渔业权保有期限。

**关键词:**渔业;物权;可行性