

研究简报

# 逐步判别在鱼类形态判别上的应用

## AN APPLICATION OF STEPWISE DISCRIMINATION IN MORPHOLOGICAL IDENTIFICATION OF FISHES

任明荣

REN Ming-Rong

(上海水产大学人文与基础学院, 200090) (College of the Humanities & Basic Science, SFU, 200090)

**关键词** 逐步判别, 差异系数, 均数差异显著性, 鱼类, 形态判别

**KEYWORDS** stepwise discrimination, difference coefficient, mean significant difference, fishes, morphological identification

**中图分类号** S911

鱼类种群的划分与鉴别是合理利用鱼类资源及加强渔业管理的首要解决的一个基本问题,其中形态判别在鱼类种群的划分与鉴别上占有一席之地,在具体判别上,运用数学的统计方法是毫无疑问的,但从现有的国内外资料看,通过采样而获得的反映计数性状和量度性状的数据,没有见到运用多元统计学中的逐步判别方法,因而,总有一些不尽人意之处,本文拟将逐步判别方法在鱼类形态判别上的应用作一点探索性研究。

### 1 统计问题与逐步判别方法

#### 1.1 鱼类形态判别上的统计问题

在鱼类形态判别上,相当多的文章参照划分亚种75%规则[Mayr 等 1953]应用差异系数(difference coefficient)进行计算。同时,一般为了避免各种群尾数不等而引起的误差,采用Simpson Roe的均数差异显著性[Mayr 等 1953]。以均数差异显著性的t值检验,推断种群间同一性状的差异程度。也有用方差分析,通过F检验推断种群间在某一性状上是否具有显著性差异。

从统计角度讲,上述三个方法都立足于单元统计,对于鱼类种群的划分与鉴别,当鱼类各

种群之间某些单项形态性状彼此差异程度较大时,单元统计常常具有计算方法简单,判别效果明显的好处。否则,往往收效不大,因而,不少学者试图用多元统计的种种方法。

在多元统计方面,多数学者采用多级判别方法建立判别函数,也有运用 Poisson 的  $\chi^2$  检验原理推断两种群是否具有同一性。前一方法,应该说运用了多元统计方法,但对于鱼类各种群之间的诸性状上的差异程度一无所获。当然更谈不上各性状之间彼此是否具有相关性,因此,采用多级判别方法于形态判别的文章,往往同时伴随着用上述的各单元统计方法,以了解鱼类各种群之间在诸性状上的差异程度。后一方法,本质上仍属单元统计,这一方法在数理统计教材上均划入单元统计范围。

## 1.2 逐步判别方法的地位

应该说,对于同一的样本,不管采取何种统计方法,最后的推断应大体一致,否则,统计是否会随统计方法的不同而使推断大相径庭,这将导致从根本上否定对实际问题采用数理统计方法。

在长江的南京、武汉和宜昌三江段采集的鳊(*Aristichthys nobilis*)鱼苗运回湖北省沙市,分别放在池塘中养至成鱼,然后取样获得有关形态性状数据,见表1。仇潜如等[1990]运用 Pearson 的  $\chi^2$  原理作同一性检验,推断不同江段的鳊间“在所测得的12项形态参数上没有明显差异”。但如果参照划分亚种的75%规则,那么可计算出相应的差异系数,见表2。体长/体高、体长/头长、侧线鳞数等项的差异系数值均有大于1.28,因此,结论“在所测得的12项形态参数上没有明显差异”尚有值得推敲,分析其主要原因是同一性检验仅用了性状平均数的信息,而没有用标准差的信息,由于没有充分利用样本提供的信息而给推断带来了很大的遗憾。

所以,在形态上判别上指望有一种判别方法,既运用多元统计去推断种群间的差异与否,又能推断各性状差异程度的大小,甚至告知各性状之间是否具有相关性。逐步判别方法能满足上述所希望的种种要求。因此,在形态判别上,逐步判别方法优越于上述的种种统计方法,处在领先的地位。

表1 长江三群体鳊形态性状

Tab. 1 Morphological characters of bighead from three sections of Changjiang River

形态性状项目	种群(均值±SD)		
	南京江段	武汉江段	宜昌江段
体重/体长 <sup>3</sup> ×100	2.10±0.20	1.72±0.11	2.23±0.30
全长/体长	1.18±0.03	1.17±0.02	1.19±0.01
体长/体高	3.47±0.13	3.87±0.16	3.33±0.07
体长/体厚	6.48±0.23	7.18±0.45	6.82±0.32
体长/头长	3.06±0.12	3.08±0.13	2.80±0.07
头长/吻长	3.43±0.14	2.93±0.45	3.22±0.13
头长/眼径	10.06±0.95	9.34±1.22	8.90±0.39
头长/眼间距	1.85±0.19	1.81±0.14	2.00±0.09
体长/尾柄长	4.78±0.26	4.79±0.36	4.58±0.15
尾柄长/尾柄高	1.94±0.10	2.17±0.40	2.06±0.11
侧线鳞数	105.30±5.10	113.61±3.88	102.10±2.07
脊椎骨数	39±0.47	39.15±0.37	39.10±0.56

表2 鳊形态性状差异函数

Tab. 2 Difference coefficient of morphometrial characters of bighead

形态形状/种群	南京—武汉	武汉—宜昌	南京—宜昌
体重/体长 <sup>3</sup> ×100	1.23	1.24	0.26
全长/体长	0.20	0.67	0.25
体长/体高	1.38	2.35	0.70
体长/体厚	1.03	0.47	0.62
体长/头长	0.08	1.40	1.37
头长/吻长	0.85	0.50	0.78
头长/眼径	0.33	0.27	0.87
头长/眼间距	0.12	0.83	0.54
体长/尾柄长	0.02	0.41	0.49
尾柄长/尾柄高	0.46	0.22	0.57
侧线鳞数	0.93	1.93	0.45
脊椎骨数	0.18	0.05	0.10

## 2 材料和方法

为便于对照比较,笔者引用了文献条目中的材料,张其永和蔡泽平[1983]关于台湾海峡和北部湾二长棘鲷(*Parargyrops edita*)的计数性状和量度性状(表3和表4);韦晟和周彬彬[1988]关于渤、黄海蓝点马鲛(*Scomberomorus niphonius*)的形态形状(表5);李思发等[1990]关于长江、珠江、黑龙江鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)的形态性状(表6);仇潜如等[1990]关于长江中、下游鳊池养成鱼的形态性状(表1)。

表3 二长棘鲷计数性状

Tab. 3 Meristic characters of *Parargyrops edita*

计数性状项目	种群(均值±SD)		
	牛山—澎湖	闽南—台湾浅滩	北部湾
背鳍鳍棘数	12.000±0.000	11.991±0.168	11.966±0.182
背鳍鳍条数	10.014±0.207	10.009±0.217	10.056±0.232
左胸鳍鳍条数	15.070±0.308	15.112±0.420	14.921±0.405
右胸鳍鳍条数	15.070±0.488	15.103±0.387	14.978±0.260
左腹鳍鳍条数	5.000±0.000	4.991±0.097	5.000±0.000
臀鳍鳍棘数	3.000±0.000	3.009±0.097	3.000±0.000
臀鳍鳍条数	9.000±0.239	9.000±0.137	8.989±0.106
幽门盲囊数	3.986±0.119	3.981±0.136	3.978±0.149
上鳃耙数	7.761±0.462	8.047±0.319	7.843±0.541
下鳃耙数	11.042±0.491	11.103±0.411	10.989±0.384
尾椎骨数	14.000±0.000	13.991±0.097	14.000±0.000

表4 二长棘鲷量度性状

Tab. 4 Morphometric character of *P. edita*

量度性状项目	种群(均值±SD)		
	牛山—澎湖	闽南—台湾浅滩	北部湾
体长/体高	2.008±0.050	1.999±0.056	1.880±0.056
体长/头长	3.101±0.075	3.058±0.088	3.112±0.094
体长/尾长	2.622±0.069	2.657±0.080	2.633±0.099
头长/吻长	3.815±0.238	3.647±0.266	3.261±0.284
头长/眼径	3.115±0.130	3.071±0.119	3.150±0.166
头长/眼间距	2.922±0.123	2.926±0.116	2.869±0.119
尾柄长/尾柄高	1.312±0.068	1.361±0.073	1.277±0.071

表5 蓝点马鲛形态性状

Tab. 5 Morphological characters of Spanish mackerel

形态性状项目	种群(均值±SD)			
	黄海南部	黄海中部	黄海北部	渤海
腹脊椎骨数	22.1±0.32	21.54±1.26	21.80±0.41	21.50±0.65
尾脊椎骨数	25.8±0.63	26.64±1.16	26.93±0.70	26.50±0.52
总脊椎骨数	47.9±0.74	48.18±1.02	48.73±0.70	47.93±0.62
第一背鳍棘数	20.0±0.00	19.39±0.50	19.72±0.54	19.63±0.50
第二背鳍棘条数	15.3±0.07	15.04±0.19	15.24±0.66	15.04±0.46
左鳍耙数	12.7±0.95	12.79±1.03	12.60±0.82	12.38±0.71
右鳍耙数	12.2±0.92	12.64±0.78	12.40±0.65	12.63±0.77
总鳍耙数	24.9±0.88	25.43±1.62	25.00±1.22	25.00±1.32
臀鳍棘条数	15.4±1.08	15.18±0.55	15.28±0.61	15.29±0.81
背小鳍数	7.9±0.74	8.39±0.57	8.12±0.53	8.00±0.59
臀小鳍数	7.6±0.70	8.11±0.32	7.96±0.20	7.96±0.62
叉长/尾柄长	2.14±0.04	2.07±0.11	2.46±0.50	2.50±0.37
叉长/头长	5.24±0.17	5.16±0.17	5.21±0.07	5.24±0.12
头长/吻长	2.73±0.23	2.11±0.35	2.39±0.45	2.79±0.63
头长/眼径	6.44±0.63	5.94±0.30	6.38±0.73	5.80±0.38
头长/眼间距	3.13±0.20	2.96±0.27	2.90±0.20	2.81±0.12

表6 长江、珠江、黑龙江鲢形态性状

Tab. 6 Morphological characters of populations of silver carp of Changjiang, Zhujiang and Heilongjiang Rivers

形态性状项目	种群(均值±SD)		
	长江	珠江	黑龙江
体重/体长 <sup>3</sup> ×100	2.18±1.11	1.96±0.27	1.95±0.33
全长/体长	1.26±0.04	1.25±0.03	1.24±0.05
体长/体高	3.19±0.17	3.42±0.23	3.36±0.27
体长/体厚	7.07±0.62	7.04±0.58	7.47±0.91
体长/头长	3.71±0.18	3.55±0.22	3.99±0.22
头长/吻长	3.89±0.44	4.29±0.81	4.16±0.55
头长/眼径	7.30±1.23	7.07±1.05	7.66±1.64
头长/眼间距	1.96±0.43	2.12±0.21	2.02±0.22
体长/尾柄长	7.94±0.86	7.70±0.87	7.84±0.74
尾柄长/尾柄高	1.12±0.14	1.23±0.15	1.19±0.13
侧线鳞数	110.39±5.45	102.92±11.78	116.83±10.43
脊椎骨数	40.15±0.10	40.75±0.25	40.92±0.22

对于所获得的各形态性状数据,本文假定其服从所得性状平均数为总体数学期望、所得标准差为总体均方差的正态分布,在计算机上进行仿真数值模拟,模拟尾数各为1000,由于逐步判别方法的具体操作步骤[丁士晟 1981]及其理论[张尧庭和方开泰 1982]早已给出,本文不再阐述。

### 3 结果

#### 3.1 台湾海峡和北部湾二长棘鲷种群鉴别结果

对于计数性状、量度形状以及形态性状(将计数性状和量度性状合一),运用逐步判别方法,获得判别函数,分别用模拟的牛山—澎湖种群、闽南—台湾浅滩种群和北部湾种群各1000尾经获得的判别函数判别检验,其推断的拟合概率见表7。

鱼类种群鉴别研究,一般都认为计数性状更为可靠[刘效舜 1966,张其永等 1966],

因此,从表7推断三种群都尚未达到亚种差异水平,然而在量度性状上看,北部湾种群与其他两个种群有着显著差异,如果进一步将计数性状和量度性状合一,即形态性状,运用逐步判别方法可推断:牛山—澎湖种群和闽南—台湾浅滩种群可合为一个种群,北部湾种群单独为一个种群,这与张其永和蔡泽平[1983]所推断的结果一致。

#### 3.2 渤、黄海蓝点马鲛种群鉴别结果

对于形态性状,运用逐步判别方法,获得判别函数,分别用模拟的黄海南部种群、黄海中部种群、黄海北部种群和渤海种群各1000尾经获得的判别函数判别检验,其推断的拟合概率见表8。

由于推断黄海南部蓝点马鲛有别于其他三个种群,可单独作为一个种群,而其他三个可合三为一作为一个种群,这也与韦 晟和周彬彬[1988]所推断的结果一致。

#### 3.3 长江、珠江、黑龙江鲢种群鉴别结果

对于形态性状,再次运用逐步判别方法,获得判别函数,分别用模拟的长江种群、珠江种群和黑龙江种群各1000尾经获得的判别函数判别检验,其推断的拟合概率见表9。

由此推断,长江、珠江和黑龙江鲢应为三个不同的种群,这与李思发等[1996]所推断的结果一致。

表7 二长棘鲷模拟样本的拟合概率

Tab. 7 Fitted probability of simulated specimens of *P. edita*(%)

样本	计数性状	量度性状	形态性状
牛山—澎湖群体	42.4	71.0	75.8
闽南—台湾浅滩群体	54.4	66.5	73.7
北部湾群体	49.2	90.8	92.1

表8 蓝点马鲛模拟样本的拟合概率

Tab. 8 Fitted probability of simulated specimens of Spanish mackerel (%)

样本	形态性状
黄海南部群体	91.9
黄海中部群体	80.9
黄海北部群体	65.8
渤海群体	75.3

表9 鲢模拟样本的拟合概率

Tab. 9 Fitted probability of simulated specimens of silver carp (%)

样本	形态性状
长江群体	100
珠江群体	99.9
黑龙江群体	98.4

### 3.4 长江中、下游鳊苗池养成鱼鉴别结果

对于形态性状,仍运用逐步判别方法,获得判别函数分别用模拟的南京、武汉种群和宜昌种群各1000尾经获得的判别函数判别检验,其后,对于其中的计数性状再次做上述工作,推断的拟合概率见表10。

由此推断,对于长江中、下游鳊苗池养成鱼,应赞同参考划分亚种的75%规则,应用差异系数所得的结果为宜。

表10 鳊模拟样本的拟合概率

Tab. 10 Fitted probability of simulated specimens of Bighead (%)

样 本	形态性状	计数性状
南京群体	95.9	44.8
武汉群体	97.6	86.5
宜昌群体	99.9	76.5

## 4 讨论

### 4.1 划分亚种的75%规则的认识

划分亚种的75%规则是应用差异系数进行计算的,其确定的差异系数临界值为1.28,用一维正态分布分析,此临界值恰使鱼类在单一形态性状上判别检验的拟合概率为0.9。由此,不妨在鱼类形态判别上用逐步判别方法时,是否有显著差异,以推断与样本一致的拟合概率0.9作为临界值,以上述的材料作验证,应该是可行的。

### 4.2 各形态性状在判别中差异大小与其间的相关性

单元统计是分别以单项形态性状为单位逐个进行的,其结果显示了哪些形态性状上差异较大,哪些形态性状差异较小。这一目的,逐步判别方法也能达到,逐步判别方法在运算过程中,对于被入选的性状,本身就是按照形态性状差异大小逐一进行的。差异大的,优先入选,但它的运算过程中不同程度地排除了与已被选入的形态性状相关程度较大的哪些未被入选的形态性状,这“不同程度”是依靠调整矩阵 T、W 以及检验在入选的形态性状中是否有要剔除的这一过程来进行的。

比如在长江中、下游鳊苗池养成鱼的判别过程中,运算过程显示入选的形态性状是以体长/体高、体长/头长、侧线鳞数、体长/体厚、头长/吻长、体重/体长<sup>3</sup>×100、头长/眼径、头长/眼间距、尾柄长/尾柄高、体长/尾柄长、全长/体长和脊椎骨数为先后次序入选的,由此可推断,三区鳊的差异大小依次为体长/体高、体长/头长、侧线鳞数、体长/体厚、头长/吻长、体重/体长<sup>3</sup>×100、头长/眼径、头长/眼间距、尾柄长/尾柄高、体长/尾柄长、全长/体长和脊椎骨数,其中体长/体高差异最大,脊椎骨数差异最小。

## 参 考 文 献

- 丁士晨. 1981. 多元分析方法及其应用. 长春:吉林人民出版社. 291~300.
- 仇潜如,王令玲,吴福煌. 1990. 长江中、下游鲢、鳊、草鱼池养成鱼的形态学比较,长江、珠江、黑龙江鲢、鳊、草鱼种质资源研究. 上海科学技术出版社. 18~22.
- 韦 晨,周彬彬. 1988. 渤、黄海蓝点马鲛种群鉴别的研究. 动物学报,34(1):71~81.
- 刘效舜. 1966. 小黄鱼(*Pseudosciaena polyactis* Bleeker)地理族及性腺的研究. 太平洋西部渔业研究委员会第七次全体会议

论文集. 北京: 科学出版社. 35~70.

李思发, 周碧云, 倪重匡等. 1990. 长江、珠江、黑龙江鲢、鳙、草鱼原种种群形态差异分析与判别, 长江、珠江、黑龙江鲢、鳙、草鱼种质资源研究. 上海科学技术出版社. 7~17.

张其水, 蔡泽平. 1983. 台湾海峡和北部湾二长棘鲷种群鉴别研究. 海洋与湖沼, 14(6): 511~521.

张其水, 林双淡, 杨高润. 1966. 我国东南沿海带鱼种群问题的初步研究. 水产学报, 3(2): 106~118.

张尧庭, 方开泰. 1982. 多元统计分析引论. 北京: 科学出版社. 231~249.

Mayr E, Linsley E G, Usinger R L. 1953. Methods and principles of systematic zoology. McGraw-Hill, New York and London. 23~39, 125~154.

## 欢迎您订阅 欢迎您投稿

### 《湖南农业大学学报》1999年征订启事

《湖南农业大学学报》系国内外公开发行的综合性学术刊物, 主要刊登生物工程、农作物栽培与育种、植物保护、农业环境保护、土壤农化、果树、蔬菜、园林花卉、茶学、畜牧兽医、水产、机电工程、经济贸易、食品科技、生物技术及动植物生理生化等学科方面具有创新性或适应性的、未经公开发表的学术论文、科研总结、试验报告、文献综述、科技简报等。

本刊1994年被中国科学院文献情报中心列为“中国科学引文数据库农林类核心期刊”。自1986年以来, 在全国和湖南省科技期刊评比中, 先后十多次获奖。其中1995年相继在湖南省、农业部、国家教委组织的学术期刊评比中, 连获3个一等奖。1997年被评为全国优秀科技期刊。固定收录本刊的中外权威检索期刊有《RA》, 《CA》, 《SA》, 《Rice Abstracts》, 《Agrindex》; 中国科学技术期刊文摘(CSTA), 全国报刊索引, 中外科技资料目录, 中国农业文摘各分册, 中国生物学文摘等。是农林、水产、师范及综合院校相关学科的师生、农业科研管理和推广人员的重要参阅文献。

本刊创刊于1956年, 现为双月刊, 逢双月25日出版, 公开发行。国外邮发代号4650•BM, 国内邮发代号42-157, 全国各地邮局(所)均可订阅。如果错过邮局征订时间, 也可直接汇款到本刊编辑部订阅。国内定价4.00元, 全年24元。

通讯地址: 长沙市芙蓉区《湖南农业大学学报》编辑部

邮编编码: 410128

联系电话: 0731-4618035