

东海带鱼种群鉴别研究

刘子藩 熊国强* 黄克勤* 陈卫忠* 丁耀平 许源剑

(浙江省海洋水产研究所, 舟山 316100)

(中国水产科学研究院东海水产研究所, 上海 200090)*

摘 要 通过对取样于东海不同海区 29 批 2 168 尾带鱼鱼体的各项形态性状的观察、计测, 并应用数学方法对性状差异进行统计比较和群体间聚类分析, 结合有关资料进行综合分析。结果表明: 东海带鱼, 不论近海或外海的群体, 相互间形态特征基本酷似, 呈现出密切的关系, 从而确认它们系同一个种群, 在渔业生物学研究和资源管理上当作一个基本单元。东海南部外海(北纬 29°以南、东经 125°30'以东)的带鱼群体, 其形态性状虽与其它海区相比存在一定的地理性差异, 但差异界限不甚明显, 可能是东海带鱼同一个种群内的一支独立群体。

关键词 带鱼, 形态性状, 种群鉴别, 东海

鱼类种群和群体问题的研究是渔业生物学中的一项基础性工作, 是合理利用鱼类资源首先要解决的基本问题。东海带鱼是我国重要的海洋经济鱼类, 国内外学者曾对其种群鉴别进行许多研究[林新濯等 1965, 张其永等 1966, 罗秉征等 1981, 三栖宽 1961], 但对东海外海的群体涉及甚少。一般认为, 东海带鱼系一支有别于邻近海域的独立地理群。自 80 年代后期以来, 东海带鱼生产海域逐渐外延, 常年外海生产船只及相应的外海带鱼产量逐年增加。因此, 研究东海外部海域与近海带鱼种群之间的关系, 东海外部和南部海域是否存在另外的带鱼种群, 对渔业生产和渔业管理具有重要意义。

1 材料和方法

1.1 材料

为便于研究东海不同海区带鱼的种群关系, 参照海区划分的传统习惯, 以东经 125°为内外侧分界线, 以北纬 30°为南北部分界线, 将整个东海海域划分为北部外海(北外侧)、南部外海(南外侧)、北部近海(北里侧)和南部近海(南里侧)四个海区(图 1)。1991~1993 年间, 在上述四海区采集带鱼成鱼样品 29 批, 计 2 168 尾。其中外海区 14 批计 1 202 尾, 近海区 15 批计 966 尾。

对每尾鱼体样品作生物学形态性状的测定, 其中计数性状项目有背鳍条数(肛门后缘垂直线前之背鳍)、幽门盲囊数、躯椎数(计数至第一臀担骨对应的椎骨之前一个椎骨)、尾前愈合脉棘数(第一臀担骨对应脉棘前方的愈合脉棘数)和棘椎数(自第二个椎骨开始的头后多髓棘椎骨数)五项。量度性状项目有肛长(下颌前端至肛门后缘)、体高(肛门后缘处体高)、侧线高(肛门后缘处侧线之高)、头长(下颌前端至鳃盖后缘)、吻长(上颌前端至眼前缘)和眼间距(头

顶部两眼上缘间距)六项。因鱼体间形态大小有别,故以相对值(分别以肛长与头长、头长与吻长、肛长与体高、体高与侧线高、吻长与眼间距的比值)表示形态量度项性状指标。由于雌雄带鱼没有明显的形态上差异,故采用雌雄合并的资料。其次,为使样品在各划分海区区内更具代表性,本文选用离南北、里外侧二条海区分界线相对较远且数据较全的七批样品作为性状差异显著性检验、群体聚类分析等数据统计方法处理四个划分海区的代表群(代号为 A~G)。

1.2 方法

差异系数(C.D)检验:参照识别与划分亚种的 75% 规则[Mayr 等 1953],差异系数可应用下列公式求得:

$$C.D = \frac{M_1 - M_2}{S_1 + S_2}$$

式中, M_1 和 M_2 分别表示两个群体某项性状指标的平均值; S_1 和 S_2 为标准差。若 C.D 计算值大于 1.28, 差异达到亚种水平, 小于 1.28 则属于种群间的差异。

均数差异显著性(Mdiff)检验:用下式来检验样品间各项性状差异程度,

$$Mdiff = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{\frac{n_1}{n_2}m_2^2 + \frac{n_2}{n_1}m_1^2}}$$

式中, M_1 和 M_2 的定义同上, m_1 和 m_2 为均数误差, n_1 和 n_2 为每个群体的样品尾数。根据 t 值检验, 当概率水准 $\alpha = 0.05$ 时, 则认为有差异。对于大样品, 通常以 $t > 3$ 为差异显著的检验标准。

聚类分析:通过数量关系来分析样品间“物以类聚”的客观规律, 它能对综合性状特征数据进行处理, 最终给出简化形式的样本归类过程。为消除数据间大小和量纲不一致对计算的影响, 对数据先进行标准化处理:

$$\bar{X}'_{ij} = \frac{\bar{X}_{ij} - \bar{X}_j}{S_j}, \quad \bar{X}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \bar{X}_{ij}$$

式中, \bar{X}_{ij} 、 \bar{X}'_{ij} 表示第 i 个样本, 第 j 个性状数据标准化处理前、后的均值, n 为群体的样本数, S_j 为这些样本第 j 项指标值的方差。样本 i 和样本 j 之间的距离, 采用下式欧氏距离:

$$D_{ij} = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{k=1}^m (\bar{X}'_{ik} - \bar{X}'_{jk})^2}$$

式中, m 为性状指标项数。样本间的逐步聚类采用平均法, 聚类过程类距离的递推公式为:

$$D_{ir}^2 = \frac{n_p}{n_r} \cdot D_{ip}^2 + \frac{n_q}{n_r} \cdot D_{iq}^2$$

其中, n_p 、 n_q 表示类 G_p 、 G_q 内样本的个数, 且有 $n_r = n_p + n_q$ 。

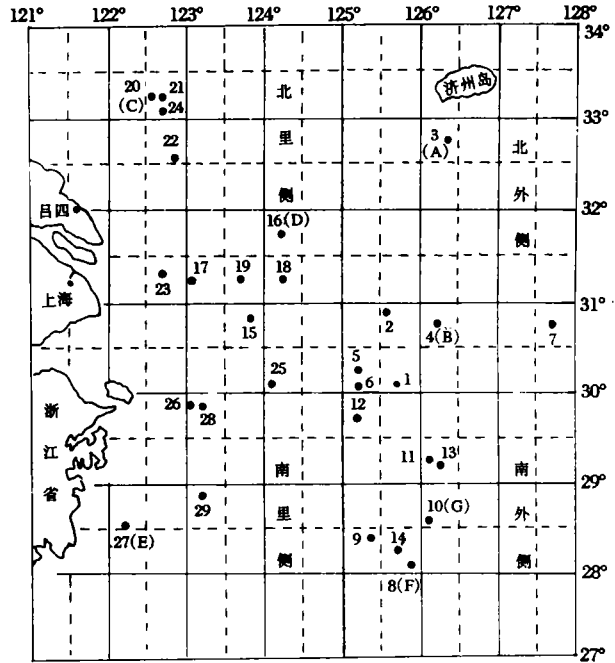


图 1 东海带鱼样品采集地点示意图

Fig.1 Sampling locations of

Trichiurus haumela in the East China Sea

2 结果

2.1 性状指标均值比较

在四个海区内的带鱼群体样品各项性状指标的平均值和标准差等数据列于表 1 中。由表 1 中计数项性状平均值可知:背鳍条数由北往南呈递增趋向,外侧海区略大于里侧海区,南外侧最大;躯椎数均值较稳定,分布范围南部海区(36~44)大于北部海区(38~42);脉棘数南部海区略大于北部海区;棘椎数差异变化倾向不明显;由于鱼体的幽门盲囊易腐烂,故该项指标的实测数据较其它项目少,方差相对也较大,海区间变化规律不明显。计量项性状相对数平均值:肛长/头长值变化规律不明显;头长/吻长值北部海区大于南部海区;肛长/体高和体高/侧线高之值南部外侧海区相对偏大;吻长/眼间距值外侧海区大于里侧海区,尤其是南部外侧海区为最大。

表 1 东海带鱼形态性状

Table 1 Morphometry of *Trichiurus hauemela* in the East China Sea

性状项目	北部外海		南部外海		北部近海		南部近海	
	M±m	S _{n-1}	M±m	S _{n-1}	M±m	S _{n-1}	M±m	S _{n-1}
背鳍数	40.949 0±0.038 1	0.809 4	41.159 0±0.032 4	0.824 3	40.827 0±0.031 5	0.775 9	40.957 4±0.054 4	0.874 5
盲囊数	22.761 4±0.102 8	1.797 6	22.291 1±0.107 8	1.916 7	21.369 9±0.138 5	1.673 4	22.155 7±0.124 0	1.601 9
躯椎数	40.234 7±0.034 0	0.718 6	40.132 6±0.030 7	0.768 4	40.035 2±0.024 2	0.590 2	40.261 0±0.071 6	1.129 2
脉棘数	2.024 7±0.026 1	0.550 2	2.135 4±0.020 0	0.499 4	2.016 8±0.015 0	0.366 5	2.268 0±0.048 3	0.763 4
棘椎数	2.619 1±0.037 6	0.596 9	2.598 4±0.033 5	0.618 3	2.562 6±0.042 4	0.562 5	2.606 3±0.039 7	0.565 0
肛长/头长	2.688 3±0.005 0	0.100 1	2.716 8±0.003 6	0.090 3	2.741 7±0.003 9	0.096 3	2.689 9±0.005 4	0.085 8
头长/吻长	3.056 0±0.004 6	0.097 8	3.036 3±0.003 6	0.091 9	3.059 3±0.003 8	0.091 8	3.022 7±0.006 6	0.106 0
肛长/体高	5.246 0±0.015 5	0.290 1	5.393 6±0.011 4	0.277 6	5.260 2±0.006 5	0.155 0	5.040 9±0.018 5	0.266 3
体高/侧线高	1.400 1±0.001 8	0.028 9	1.416 3±0.001 8	0.033 9	1.411 1±0.011 6	0.154 8	1.406 6±0.009 2	0.132 2
吻长/眼间距	2.576 2±0.006 2	0.131 4	2.594 8±0.004 9	0.123 5	2.496 8±0.005 3	0.131 8	2.514 2±0.009 0	0.144 2

注:M为平均数;m为标准误差;S为标准差

2.2 差异系数(C.D)检验

东海不同海区带鱼群体之间,十项性状指标的差异系数均小于 1.28(表 2),由此说明各群体间尚未达到亚种差异水平,而是处于该阶元差异以下的水平。

2.3 均数差异显著性(Mdiff)检验

各代表群体间每项性状指标都作了 21 次均数差异显著性检验,计算结果和性状指标出现显著性差异($t>3$)的项数统计列于表 3 和表 4。

从表 3 可知,群体间各项性状出现显著性差异的总次数,棘椎数为 0,躯椎数与体高/侧线高项为 2,说明这三项指标群体间无大的差异;而肛长/体高、脉棘数、背鳍条数、肛长/头长四项指标依次为 13、9、7、7,差异相对较大;余下三指标介于上述两者之间,差异较小。经比较,群体间量度性状的差异较计数性状显得大些。由表 4 的统计结果看,十项性状指标呈显著性差异的项数,在东海北部海域群体间平均仅为 0.67 项,表明北纬 30°以北的东海近、外海间带

鱼群体在形态上基本无差异;在东海南部海域群体间平均为 2.67 项;东海南北两海域群体间平均为 3.75;而东海南部外侧海区与其它三个划分海区群体间的差异更甚,平均为 3.80 项,且 Mdiff 值偏大而引人注目。

表 2 东海带鱼形态性状差异系数

Table 2 Difference coefficient of morphometry of *Trichiurus hauemela* in the East China Sea

性状项目	计数性状					量度性状				
	背鳍	盲囊	躯椎	脉棘	棘椎	肛长/ 头长	头长/ 吻长	肛长/ 体高	体高/ 侧线高	吻长/ 眼间距
A~B	0.105 4	0.232 8	0.134 2	0.079 0	0.025 5	0.063 5	0.032 2	0.028 6	0.128 2	0.045 7
A~C	0.068 6	0.424 1	0.066 1	0.072 5	0.040 5	0.537 6	0.048 5	0.075 2	0.127 7	0.195 5
A~D	0.164 3	0.113 7	0.052 7	0.093 9	0.049 1	0.494 4	0.182 6	0.113 7	0.014 6	0.158 8
A~E	0.333 1	0.253 4	0.215 0	0.331 0	0.053 3	0.175 3	0.272 6	0.247 0	0.149 8	0.143 6
A~F	0.202 9	0.378 1	0.052 2	0.284 2	0.058 2	0.263 7	0.077 7	0.568 9	0.282 1	0.141 6
A~G	0.243 7	0.187 1	0.027 8	0.408 9	0.030 1	0.250 8	0.485 3	0.773 0	0.320 0	0.290 8
B~C	0.183 8	0.123 8	0.217 9	0.030 0	0.013 2	0.320 5	0.005 5	0.100 8	0.154 5	0.121 5
B~D	0.282 8	0.324 5	0.174 2	0.011 6	0.022 8	0.242 2	0.178 1	0.084 0	0.096 0	0.182 9
B~E	0.237 4	0.011 1	0.086 2	0.253 7	0.080 5	0.061 0	0.253 7	0.268 7	0.236 7	0.087 1
B~F	0.106 1	0.126 7	0.176 8	0.176 1	0.084 1	0.110 3	0.098 9	0.539 2	0.364 1	0.165 8
B~G	0.146 6	0.424 7	0.098 3	0.315 1	0.056 5	0.102 0	0.424 8	0.739 5	0.418 5	0.293 9
C~D	0.102 6	0.518 2	0.000 7	0.046 6	0.010 8	0.187 9	0.239 1	0.179 4	0.126 5	0.369 0
C~E	0.426 9	0.115 7	0.304 0	0.345 3	0.100 9	0.334 1	0.318 4	0.167 1	0.077 7	0.018 3
C~F	0.284 2	0.029 1	0.001 4	0.290 3	0.103 6	0.308 8	0.126 7	0.592 7	0.044 2	0.329 1
C~G	0.329 3	0.681 1	0.092 6	0.448 3	0.074 4	0.318 3	0.542 9	0.781 7	0.053 9	0.471 9
D~E	0.524 2	0.346 6	0.246 7	0.251 6	0.107 5	0.232 4	0.135 6	0.340 5	0.143 5	0.282 1
D~F	0.378 2	0.462 4	0.001 7	0.169 5	0.109 8	0.186 3	0.094 6	0.469 8	0.259 9	0.000 0
D~G	0.424 8	0.052 5	0.074 8	0.315 0	0.062 0	0.199 3	0.338 9	0.667 5	0.287 7	0.165 0
E~F	0.120 9	0.120 0	0.250 8	0.159 9	0.008 2	0.059 3	0.201 1	0.698 3	0.099 9	0.256 7
E~G	0.084 9	0.454 1	0.176 2	0.013 9	0.023 2	0.048 5	0.146 9	0.874 2	0.094 6	0.378 3
F~G	0.036 8	0.589 6	0.075 0	0.217 1	0.029 9	0.011 9	0.397 9	0.146 4	0.024 2	0.148 2

表 3 东海带鱼形态性状均数差异显著性

Table 3 Difference coefficient of the average value of morphometry of *Trichiurus hauemela* in the East China Sea

性状项目	计数性状					量度性状				
	背鳍	盲囊	躯椎	脉棘	棘椎	肛长/ 头长	头长/ 吻长	肛长/ 体高	体高/ 侧线高	吻长/ 眼间距
A~B	1.233 4	2.411 4	1.486 2	0.872 6	0.289 4	0.569 1	0.320 7	0.323 6	1.390 4	0.471 5
A~C	1.031 4	2.829 3	0.966 3	1.030 7	0.480 8	8.072 9	0.731 9	1.142 0	0.916 5	2.960 3
A~D	1.576 1	0.371 3	0.424 9	0.813 7	0.461 2	4.803 9	1.746 5	1.050 1	0.119 0	1.563 5
A~E	4.629 7	2.063 6	2.797 7	4.254 9	0.740 9	2.238 6	3.416 4	3.103 9	1.799 4	1.811 3
A~F	3.117 1	4.461 0	0.810 3	3.945 6	0.408 0	4.117 8	1.208 2	9.001 3	1.559 9	2.200 5
A~G	2.373 2	1.000 2	0.234 3	3.725 7	0.296 2	2.246 1	4.243 2	7.060 4	2.877 8	2.578 3
B~C	2.039 5	0.931 6	2.130 6	0.272 2	0.150 9	3.246 1	0.052 6	1.192 8	1.454 4	1.233 3
B~D	2.940 3	1.256 1	1.699 4	0.116 6	0.238 8	2.702 2	1.971 6	0.875 9	0.964 7	2.018 1
B~E	2.788 4	0.098 3	1.043 1	3.092 2	0.920 3	0.649 8	2.981 5	3.356 2	2.979 8	1.040 3
B~F	1.170 4	1.293 4	1.907 5	1.516 2	0.718 5	0.932 7	0.883 7	6.283 3	3.680 8	1.634 0
B~G	1.543 8	2.637 0	0.988 2	3.269 0	0.606 8	1.139 1	4.611 9	7.718 2	4.430 4	3.159 2
C~D	0.917 4	2.401 7	0.004 7	0.318 7	0.110 8	2.204 1	2.186 8	1.749 8	1.357 9	3.581 3
C~E	5.807 2	0.876 7	3.627 2	3.860 0	1.186 9	4.674 7	2.879 8	2.161 3	0.677 4	0.229 1
C~F	4.523 1	0.188 4	0.022 3	4.560 8	0.843 1	4.618 8	2.020 3	9.391 5	0.530 9	5.213 6
C~G	2.994 9	4.422 2	0.674 6	3.227 6	0.781 8	3.410 8	4.536 9	7.511 6	0.560 9	4.109 9
D~E	5.185 2	1.534 5	2.362 6	2.618 0	1.036 8	2.650 9	1.566 5	3.827 8	1.552 2	3.294 0
D~F	3.339 2	1.483 6	0.012 8	1.095 7	0.966 6	1.768 4	0.866 7	4.457 3	2.176 8	0.000 0
D~G	4.332 5	0.273 2	0.731 8	3.080 0	0.834 2	2.015 3	3.422 3	6.812 3	2.907 5	1.663 0
E~F	1.663 0	0.958 5	3.219 5	1.694 5	0.059 7	0.743 0	2.429 2	8.880 9	0.777 7	3.139 4
E~G	0.852 9	3.048 3	1.752 6	0.149 7	0.232 7	0.520 6	1.589 1	9.725 4	1.098 4	4.099 7
F~G	0.329 9	3.081 8	0.605 1	1.478 1	0.259 8	0.102 8	3.294 2	1.364 1	0.192 7	1.252 3

2.4 聚类分析

海区代表群(A~G)间的欧氏距离值列于表5。由表5可知,北外侧、北里侧和南外侧各自划分海区内群体间的距离值分别为0.673 8(A、B间)、1.008 1(C、D间)和0.918 4(F、G间),均相对较小,北部海域各群体(A、B、C、D)间平均距离值为1.048 0;北部和南部海域群体(A、B、C、D、与E、F、G)间的平均距离值为1.558 1;其中南部外侧海区与其它海区群体(F、G与A~E)间的平均距离值相对偏大,达1.591 9。

表4 群体间性状指标呈显著性差异(t>3)的项数统计

Table 4 Statistics on items of the marked difference

(t>3) in shape and properties of the stocks						
	A	B	C	D	E	F
B	0					
C	1	1				
D	1	0	1			
E	4	2	4	3		
F	5	2	5	2	3	
G	3	5	6	4	3	2

按表6和图2进行分析,各划分海区内内的群体A与B、F与G、C与D间最先聚类,接着整个北部海域聚为一类,然后再与南部里侧海区群体聚类,而南部外侧海区与其它海区群体间最迟聚类,可见该海区带鱼群体与其它海区间间的带鱼群体之间性状差异相对较大。

此外,又对夏汛(5~8月)和冬汛(11、12月)代表群以及性状指标数据齐全的所有群体样品进行过聚类分析,运算结果样品间聚类趋势基本相同。

3 讨论

国内外学者曾对东海带鱼种群有过多次探讨和研究[罗秉征等 1981,林新濯等 1965,三栖宽 1961],一般认为分布于中国近海的东海带鱼属东海—粤东群一个种群,但以前的分析研究范围均以东海近海为主,外海带鱼种群极少涉及。根据标志放流结果(浙江省海洋水产研究所 1964)、渔捞统计及生物学资料分析表明,东海带鱼在主要生活(越冬、生殖等)阶

表5 群体间的欧氏距离值

Table 5 Euclid distance values in the stocks

	A	B	C	D	E	F
B	0.673 8					
C	1.260 5	1.310 1				
D	0.888 4	1.146 8	1.008 1			
E	1.383 1	1.144 6	1.602 6	1.732 8		
F	1.705 2	1.772 8	1.600 5	1.642 4	1.565 6	
G	1.471 2	1.654 4	1.617 3	1.369 7	1.519 4	0.918 4

表6 聚类表

Table 6 Cluster analysis table

1	(A,B)	0.673 8
2	(F,G)	0.918 4
3	(C,D)	1.008 1
4	(A,C)	1.151 5
5	(A,E)	1.465 8
6	(A,F)	1.591 9

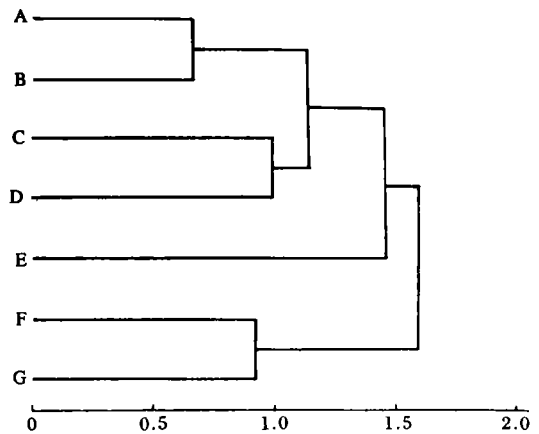


图2 聚类图

Fig.2 Cluster analysis figure

(1)浙江省海洋水产研究所.1964.东海各汛带鱼标志放流资料(1956~1963).

段的洄游模式,主要属南北往返性质,也有东南-西北向洄游规律。主要越冬场在浙江东南部外海、福建近外海和台湾海峡沿岸一带,春季鱼群向北移动进行生殖和索饵洄游,北界可达东海北部海域;秋末开始又逐渐南移返回越冬场。在洄游分布和生产渔场移动上顺序推移,具有明显的连续性。以上反映了东海的带鱼无论是南、北海域还是近、外海的群体,其南北往返洄游的趋势是一致的,相互交汇在一起,密切相关,总体上应视作同一个种群。

北纬30°以北的东海北部海域,其近海和外海的带鱼形态性状差异甚小为同一种群,以北纬30°为界的东海南、北两海域间的带鱼在形态上有一定的地理性差异,尤其是东经125°30'以东、北纬29°以南的东海东南外侧海区带鱼与其它海区间形态性状差异相对更为显著,但是这两海区组之间群体与各自组之内群体间的性状差异检验值范围相互重叠交叉,无明显可区分界限,仅仅是相对的检验平均值有些大小之分,故应属同一个带鱼种群。根据东海区多年渔捞统计资料(黄海、东海水产研究所1983)分析,在东海东南部外侧海区存在着分布与移动位置相对稳定却又局限于一定范围的带鱼群体,但与其他海区带鱼群体间尚未形成明显的生殖隔离,在夏汛阶段可能存在着相互交融繁殖,因此,该带鱼群体很可能为资源数量不多的另一独立群体,有待于今后作深入研究。

参 考 文 献

- 张其永等.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.
 罗秉征等.1981.中国近海带鱼耳石生长的地理变异与地理种群的初步探讨.海洋与湖沼论文集.北京:科学出版社.181~194.
 林新濯等.1965.中国近海带鱼 *Trichiurus haumela* (Forsk.) 种族的调查.水产学报,2(4):11~23.
 三栖宽.1961.东海、黄海产タチウオ资源の研究(3)分布、洄游とPopulationの考查.西海区水产研究所研究报告,20:115~131.
 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.

POPULATION IDENTIFICATION OF THE *TRICHIURUS HAUMELA* FROM THE EAST CHINA SEA

LIU Zi-Fan, XIONG Guo-Qiang*, HUANG Ke-Qin*, CHEN Wei-Zhong*, DING Yao-Ping, XU Yuan-Jian
 (Zhejiang Marine Fisheries Research Institute, Zhoushan 316100)
 (East China Sea Fisheries Research Institute, CAFS, Shanghai 200090)*

ABSTRACT Populations and stocks of hairtail (*Trichiurus haumela*) were identified with samples collected from 29 locations (of which 14 were located in the off-sea area and 15 in the inshore area respectively) in the East China Sea during the period from 1991 to 1993. 10 morphometrical and meristical characters were measured for being used in the coefficient of difference, comparative analysis of Mdiff and cluster analysis. The results showed that there was no significant difference between the samples from the inshore area and off sea area, it can be considered that the sampled hairtils were from a same population. Although there was some geographical variations between the stock of the off sea area in the south of East China Sea (south of 29°N, east of 125°30'E) and the stock of other areas, but the demarcation line of this variability was not very distinct, so it was possible that the stock of the off sea area in the south of East China Sea was independent.

KEYWORDS *Trichiurus haumela*, Morphometrical, Population identification, East China Sea

(2) 黄海、东海水产研究所. 1983. 渤黄东海机轮拖网渔业渔捞统计资料汇编.