

华东地区中华鳖地方群体形态差异初步研究

李思发 李晨虹 吕国庆 李 勇

(农业部水产增殖生态、生理重点实验室, 上海水产大学 200090)

马东标 林志定 胡国祥

(浙江绍兴东埔中华鳖集团公司, 绍兴 312069)

摘 要 本文通过聚类分析、判别分析和主成分分析三种多元分析方法, 对我国华东地区绍兴、南京、巢湖和青岛四个地方群体的幼鳖和成鳖的 15 个形态学特征进行了综合分析。结果表明, 南京群体同巢湖群体形态上无显著差异, 绍兴群体同他们形态差异较大, 青岛群体同以上三者的形态差异最大; 雄鳖同雌鳖, 成鳖同幼鳖都存在着形态差异。判别分析中华鳖群体来源的结果表明, 对幼鳖的判别率在 80% 以上, 对成鳖的判别率较差。对判别分析贡献较大的形态参数在不同性别和大小的鳖有所不同, 对雄性幼鳖是背甲宽和体高, 对雌性幼鳖为头长和腹甲凹宽, 对雄性成鳖为腹甲长和背甲长, 对雌性成鳖为腹甲宽和背甲长。

关键词 中华鳖, 地方群体, 形态, 多元分析

中华鳖(*Trionyx sinensis*)在我国分布范围很广。近年来, 养鳖业迅速发展, 鳖种供不应求, 出现了地区间的大规模移植饲养, 甚至有泰国鳖、台湾鳖等大量移入饲养繁殖的。为了保护中华鳖这一宝贵的生物资源, 防止鳖种资源混杂, 我们对华东地区中华鳖的种质特性进行了研究。有关中华鳖各地群体间形态差异尚未见报道。本篇报道华东地区中华鳖几个地方群体的形态差异的初步研究结果。

1 材料和方法

1.1 试验材料、数据测量

试验取样共两批。1996 年 4 月采集并测量了江苏南京、浙江绍兴和山东青岛三个地方的幼鳖, 体重范围 53 - 193g, 基本为 2 龄鳖, 同年 5 月采集并测量了江苏南京、浙江绍兴和安徽巢湖三个地方的成鳖, 体重范围 89 - 323m, 基本为 3 龄鳖(表 1)。

对每只鳖测量分析了 16 个参数。它们是: 体重、背甲长、背甲宽、体高、背周长、后侧裙边宽、腹甲长、腹甲宽、腹甲凹宽、头长、头宽、鼻宽、眼间距、前肢长、后肢长和尾长。

1.2 数据处理

收稿日期: 1996 - 09 - 04。

应用多元分析中的聚类分析、判别分析和主成分分析三种分析方法,对除体重以外 15 个形态数据进行分析。考虑到性别和生长阶段对鳖的形态特征可能存在的影响,故在分析地方群体差异时,也按性别和幼鳖、成鳖两个生长阶段分类分析。

表 1 中华鳖采样地点、样本只数、平均体重和采样时间

Table 1 Number and mean weight of specimens, sampling locations and dates of collection for soft-shelled turtles

采样地点 Sampling location	样本只数 Sampling size	平均体重 Mean weight(g)	采样时间 Sampling date	鳖大小 Size of turtle
南京 Nanjing	30	140 ± 41.0	96.4.25	幼鳖 Young
青岛 Qingdao	6	92 ± 38.6	96.4.30	幼鳖 Young
绍兴 Shaoxing	30	142 ± 51.0	96.4.25	幼鳖 Young
巢湖 Chaohu lake	57	256 ± 67.3	96.5.22	成鳖 Adult
南京 Nanjing	57	264 ± 55.5	96.5.22	成鳖 Adult
绍兴 Shaoxing	60	187 ± 98.2	96.5.18	成鳖 Adult

聚类分析中采用比例性状,即以背甲长为基数的比例,以消除个体大小所导致的形态参数绝对值的悬殊差异,再按照不同地方群体、不同性别和不同生长阶段算出参数值的平均值,输入计算机进行聚类分析。聚类分析采用欧氏距离(Normalized Euclidean Distances)的最短距离,系统聚类法^[1]。

在判别分析与主成分分析中,数据的校正方法按照 Brzeski 等^[3]的方法进行:①先求出每只鳖 15 个参数的均值。②对每只鳖的所有参数与参数均值分别取自然对数。③用所有鳖的每一个参数的对数值对参数均值的对数值进行回归,求出每个参数对参数均值的回归公式。④根据回归公式,用每只鳖的参数均值算出每只鳖每个参数的回归预测值。⑤把每个参数的实测值除以它的预测值作为校正值:

$$Y_c = \frac{Y_o}{Y_e}$$

式中: Y_o 为实验值

Y_e 为回归预测值

Y_c 为校正值,用于判别分析和主成分分析

通过聚类分析,发现生长阶段和性别对鳖的形态特征确有影响,因此在进行判别分析和主成分分析时,把所测的数据分成四组进行分析:它们是雌性幼鳖和雄性幼鳖,包括绍兴、南京和青岛三个地方群体;雌性成鳖和雄性成鳖,包括绍兴、南京和巢湖三个地方群体。

判别分析判别准确率的计算式: P_1 = 判别正确的尾数/实际尾数。

所有数据的处理和分析都用 SYSTAT 软件^[4]执行。

2 结果

2.1 形态特征

表 2 是不同生长阶段南京、绍兴、青岛和巢湖四个地方群体雄性和雌性鳖的 14 项比例性状的比值。

表 2 华东地区中华鳖不同地方群体的比例性状

Table 2 Meristic parameters of soft-shelled turtles from different sampling locations in East China

比例性状 Meristic Parameter	均值 $\pm$ SD(mean $\pm$ SD)					
	幼鳖 (Young)			成鳖 (Adult)		
	南京 Nanjing	绍兴 Shaoxing	青岛 Qingdao	南京 Nanjing	绍兴 Shaoxing	巢湖 Chaohu
雄性♂	n=17	n=15	n=2	n=14	n=19	n=21
背甲宽/背甲全长	0.790	0.82	0.747	0.766	0.769	0.748
BASW/BSIL	± 0.04	± 0.04	± 0.03	± 0.05	± 0.04	± 0.04
体高/背甲全长	0.329	0.34	0.279	0.294	0.307	0.284
BD/BSIL	± 0.02	± 0.03	± 0.02	± 0.04	± 0.03	± 0.03
背周长/背甲全长	3.049	3.163	3.386	2.868	2.998	2.882
BCL/BSIL	± 0.13	± 0.14	± 0.51	± 0.11	± 0.12	± 0.15
后侧裙边宽/背甲全长	0.178	0.168	0.169	0.165	0.179	0.173
LSW/BSIL	± 0.01	± 0.01	± 0.01	± 0.02	± 0.02	± 0.03
腹甲长/背甲全长	0.776	0.793	0.797	0.778	0.775	0.776
BESL/BSIL	± 0.03	± 0.04	± 0.03	± 0.02	± 0.03	± 0.04
腹甲宽/背甲全长	0.816	0.831	0.794	0.795	0.826	0.797
BESW/BSIL	± 0.03	± 0.03	± 0.01	± 0.04	± 0.04	± 0.04
腹甲凹宽/背甲全长	0.479	0.466	0.469	0.481	0.499	0.467
BESIW/BSIL	± 0.03	± 0.03	± 0.02	± 0.04	± 0.03	± 0.03
头长/背甲全长	0.275	0.261	0.267	0.259	0.263	0.260
HL/BSIL	± 0.03	± 0.02	± 0.01	± 0.02	± 0.01	± 0.02
头宽/背甲全长	0.194	0.203	0.196	0.186	0.197	0.183
HW/BSIL	± 0.01	± 0.01	± 0.00	± 0.01	± 0.016	± 0.01
鼻宽/背甲全长	0.039	0.039	0.044	0.039	0.044	0.039
NW/BSIL	± 0.04	± 0.01	± 0.01	± 0.00	± 0.01	± 0.00
眼间距/背甲全长	0.038	0.038	0.044	0.039	0.044	0.039
IW/BSIL	± 0.04	± 0.01	± 0.01	± 0.00	± 0.01	± 0.00
前肢长/背甲全长	0.470	0.506	0.531	0.482	0.470	0.469
FLL/BSIL	± 0.03	± 0.03	± 0.02	± 0.04	± 0.03	± 0.03
后肢长/背甲全长	0.635	0.665	0.688	0.631	0.637	0.623
BLL/BSIL	± 0.04	± 0.03	± 0.04	± 0.04	± 0.06	± 0.04
尾长/背甲全长	0.427	0.437	0.389	0.480	0.472	0.472
TAL/BSIL	± 0.04	± 0.05	± 0.04	± 0.03	± 0.03	± 0.07
雌性♀	n=13	n=15	n=4	n=43	n=41	n=36
背甲宽/背甲全长	0.803	0.816	0.786	0.768	0.790	0.770
BASW/BSIL	± 0.04	± 0.04	± 0.06	± 0.04	± 0.03	± 0.04
体高/背甲全长	0.350	0.331	0.344	0.309	0.314	0.310
BD/BSIL	± 0.03	± 0.04	± 0.03	± 0.03	± 0.04	± 0.03
背周长/背甲全长	3.148	3.158	3.151	2.933	3.021	2.926
BCL/BSIL	± 0.15	± 0.16	± 0.17	± 0.14	± 0.12	± 0.14
后侧裙边宽/背甲全长	0.179	0.175	0.178	0.167	0.175	0.172
LSW/BSIL	± 0.01	± 0.03	± 0.01	± 0.02	± 0.03	± 0.02
腹甲长/背甲全长	0.803	0.788	0.852	0.798	0.807	0.792
BESL/BSIL	± 0.03	± 0.05	± 0.01	± 0.03	± 0.03	± 0.04
腹甲宽/背甲全长	0.829	0.824	0.856	0.808	0.858	0.826
BESW/BSIL	± 0.03	± 0.04	± 0.01	± 0.05	± 0.03	± 0.04
腹甲凹宽/背甲全长	0.490	0.463	0.509	0.489	0.512	0.483
BESIW/BSIL	± 0.03	± 0.03	± 0.04	± 0.03	± 0.03	± 0.03
头长/背甲全长	0.280	0.267	0.271	0.263	0.280	0.264
HL/BSIL	± 0.03	± 0.03	± 0.04	± 0.02	± 0.02	± 0.02
头宽/背甲全长	0.202	0.208	0.210	0.191	0.205	0.186
HW/BSIL	± 0.01	± 0.01	± 0.03	± 0.02	± 0.012	± 0.02
鼻宽/背甲全长	0.037	0.038	0.042	0.040	0.040	0.038
NW/BSIL	± 0.01	± 0.00	± 0.01	± 0.00	± 0.01	± 0.00
眼间距/背甲全长	0.037	0.038	0.042	0.040	0.040	0.038
IW/BSIL	± 0.01	± 0.00	± 0.01	± 0.00	± 0.01	± 0.00
前肢长/背甲全长	0.465	0.471	0.514	0.461	0.474	0.474
FLL/BSIL	± 0.04	± 0.04	± 0.04	± 0.04	± 0.03	± 0.03
后肢长/背甲全长	0.616	0.626	0.666	0.620	0.628	0.631
BLL/BSIL	± 0.03	± 0.05	± 0.04	± 0.04	± 0.04	± 0.04
尾长/背甲全长	0.341	0.320	0.322	0.361	0.338	0.355
TAL/BSIL	± 0.02	± 0.04	± 0.04	± 0.05	± 0.03	± 0.04

背甲全长—Back shell total length, BSIL;
体高—Body depth, BD;
后侧裙边宽—Lateral skirt width, LSW;
腹甲宽—Belly shell width, BESW;
头长—Head length, HL;

鼻宽—Nose width, NW;
前肢长—Fore leg length, FLL;
尾长—Tail length, TAL;
背甲宽—Back shell width, BASW;
背周长—Back circle length, BCL;

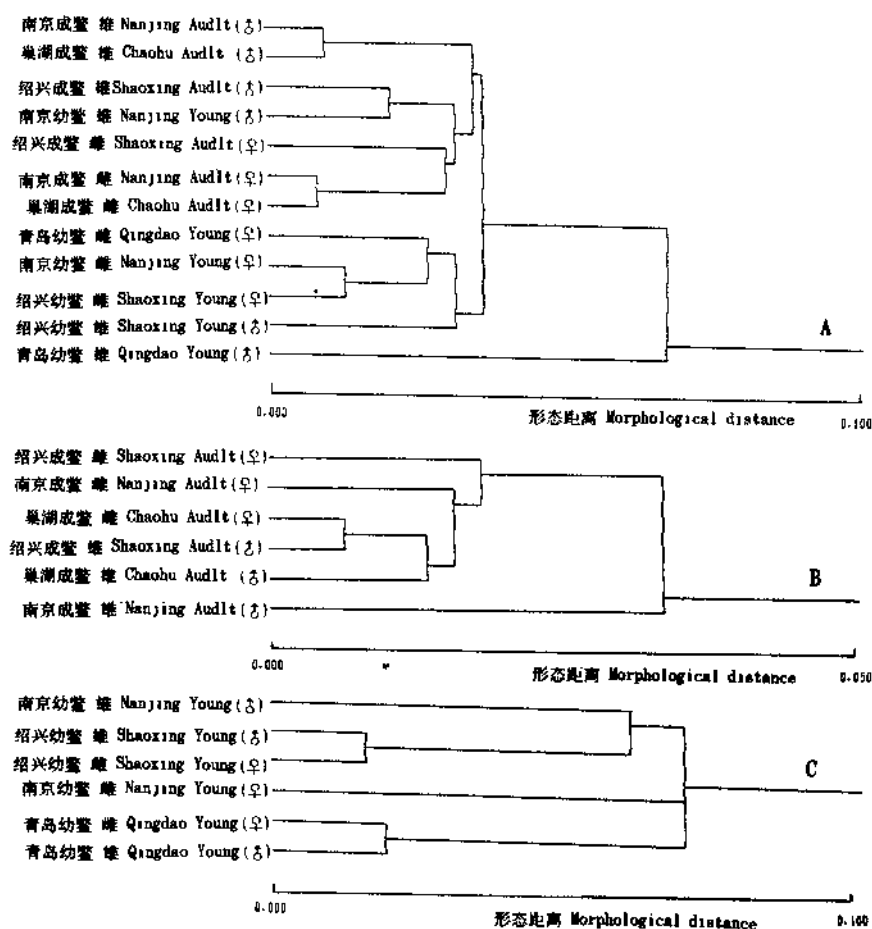
腹甲长—Belly shell length, BESL;
腹甲凹宽—Belly shell inner width, BESIW;
头宽—Head width, HW;
眼间距—Interorbital width, IW;
后肢长—Back leg length, BLL;

2.2 聚类分析

图 1A 是不同地方群体鳖按照不同生长阶段和性别分为 12 组进行总的聚类分析的结果。幼鳖和成鳖的形态差异较大,不同性别的鳖形态差异也较大。为了更清楚地了解不同地方群体鳖之间的形态差异,又把不同地方群体的鳖按生长阶段归在一起进行分析。

图 1B 是成鳖阶段的聚类分析图。雌鳖与雄鳖形态差异大,被分为两类。不论是雌鳖还是雄鳖,南京地区与巢湖地区的鳖无形态差异,而绍兴地区的鳖与其它两种鳖的形态差异较大。

图 1C 是幼鳖阶段的聚类分析图。雌性幼鳖被归为一类,其中绍兴地方与南京地方的鳖无差异,而青岛地方与以上两者差异较大;雄性幼鳖与雌性幼鳖形态差异很大,三个地方群体雄性幼鳖之间的差异也非常大,其中青岛地方的雄性幼鳖差异最大。



A 按大小和性别 By size and sex; B 成鳖 Adult; C 幼鳖 Young

图 1 中华鳖聚类分析图

Fig.1 Treegram of clustering for soft-shelled turtles

2.3 判别分析

对雄性成鳖、雌性成鳖、雄性幼鳖、雌性幼鳖的出产地分别进行判别分析,判别准确率列于表 3。幼鳖群体的判别准确率较高,在 80% 以上,其中青岛地方幼鳖的判别率最好,雌雄都为 100%;绍兴地方次之,南京地方最差,表明这三个地方群体之间的形态差异较大,其中青岛群体与其它两个群体的差异最大。成鳖的判别准确率比幼鳖低,其中绍兴地方的鳖较高,南京地方较低,最低为巢湖地方成鳖,只有 47.6%;说明绍兴群体与南京、巢湖群体存在一定的形态差异,而南京与巢湖群体在形态上几乎难以区分。另外我们从表中还可以看出,

雄鳖的群体来源的判别准确率一般高于雌鳖;说明雄鳖的地区性形态差异比雌鳖大。

表 3 华东地区成鳖、幼鳖按性别判别群体来源的判别准确率

Table 3 Identification accuracy by discriminant analysis for origin of populations of soft-shelled turtle from East China, by size and sex

	绍兴 shaoxing		南京 Nanjing		巢湖 Chaohu		青岛 Qingdao	
	雌性♀	雄性♂	雌性♀	雄性♂	雌性♀	雄性♂	雌性♀	雄性♂
成鳖 Adult	61.0	94.7	53.5	71.4	66.7	47.6		
幼鳖 Young	93.3	100	84.5	94.1			100	100

表 4 中华鳖不同地方群体差异判别分析中贡献较大的形态参数 P 值

Table 4 Morphological parameters P value with high contributions to discriminant analysis for origin of soft-shelled turtles

雄性幼鳖♂, Young		雌性幼鳖♀, Young		雄性成鳖♂, Adult		雌性成鳖♀, Adult	
背甲宽 BASW	0.001	背甲宽 BASW	0.039	背甲全长 BSTL	0.010	背甲全长 BSTL	0.045
体高 BD	0.002	腹甲长 BESL	0.050				
腹甲凹宽 BESIW	0.002	腹甲凹宽 BESIW	0.016	腹甲长 BESL	0.002	腹甲凹宽 BESIW	0.016

对每次判别分析中所用的参数进行单因子 F 检验, 差异大者, 说明该参数在不同的判别类别之间差异较大, 对判别分析的贡献较大^[4]。表 4 是各生长阶段和性别的鳖形态判别分析中贡献较大的几个参数($P>0.05$)。

2.4 主成分分析

同判别分析一样, 对雄性幼鳖、雌性幼鳖、雄性成鳖和雌性成鳖分别进行主成分分析。各主成分的贡献率见表 5。四类鳖主成分的累积贡献都小于 50%, 说明难以用几个相互独立的因子来概括不同地方群体鳖的形态差异。

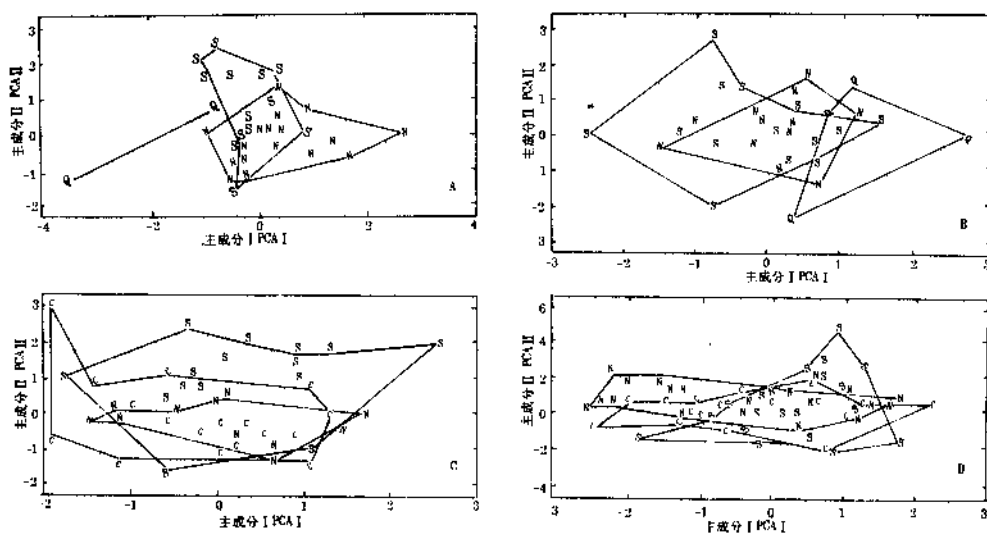
表 5 中华鳖主成分分析中主成分对总变差的贡献率

Table 5 Contribution of principal components to total variance in PCA analysis for soft-shelled turtles, by size and sex

	主成分 I Component I	主成分 II Component II	累积贡献率(%) Accumulated percent of contributions
雄性幼鳖♂, Young	22.5	13.4	39.9
雌性幼鳖♀, Young	20.1	14.3	34.3
雄性成鳖♂, Adult	20.5	14.3	34.8
雌性成鳖♀, Adult	18.7	14.2	32.9

图 2A 是雄性幼鳖的主成分分析图。绍兴地方与南京地方的鳖有部分重叠, 青岛地方的鳖则与以上两者分开。图 2B 是雌性幼鳖的主成分分析图, 绍兴地方与南京地方的鳖重叠较多, 青岛地方与它们重叠较少。说明绍兴群体与南京群体鳖在形态上有差异, 青岛群体与它们差异更大。图 2C 是雄性成鳖的主成分分析图, 南京群体与巢湖群体的主成分分布范围一致, 而绍兴群体与以上两者差异较大。图 2D 是雌性成鳖的主成分分析图, 南京群体与巢湖群体的鳖差异不大, 而绍兴群体却与它们差异较大。说明南京群体同巢湖群体不存在形

态差异,而绍兴群体与它们存在形态差异。以上结果同聚类分析和判别分析的结果一致。



A 雄性幼鳖♂, young; B 雌性幼鳖♀, young; C 雄性成鳖♂, adult; D 雌性成鳖♀, adult; S 绍兴群体 Shaoxing population; N 南京群体 Nanjing population; Q 青岛群体 Qingdao population; C 巢湖群体 Chaohu population

图2 中华鳖形态主成分分析图

Fig.2 Scores of principal component analysis of soft-shelled turtles plotted on factor (2) * factor (1) coordinate

3 讨论

3.1 华东地区不同地方群体中华鳖的形态差异 近年来,虽然养鳖业发展很快,但对于鳖的种质资源的研究较少,中华鳖有无种群的问题尚不明了。有人认为“北鳖”体色比“南鳖”深,裙边宽厚^[2],但有关地理种群的科学研究尚未见报道。本次实验所分析华东地区四个地方群体鳖中,除南京和巢湖群体的形态差异不明显外,其它几个群体之间都存在显著差异。据此,并结合 mtDNA 分析结果,我们认为,我国中华鳖存在不同的地方种群并有较明显的遗传变异是完全可能的。

华东地区不同地方群体中华鳖的形态差异同地理位置的差异可能有关。如以南京为中心,同南京的纬度差异从小到大排列为巢湖<绍兴<青岛,而本研究所见同南京群体的形态差异从小到大排列也是巢湖<绍兴<青岛,说明不同地方鳖的形态差异的大小同它们的地理分布的纬度差异是一致的。

3.2 形态差异判别特征的选择 在本研究中,发现不同地方群体成鳖形态差异较大的特征和幼鳖形态差异较大的特征不一致。部分原因与成鳖所包含的三个地方与幼鳖所包含的三个地方不一致。由于区别不同地方群体的鳖的较为重要的形态特征不尽相同,因此在选择形态特征来判别不同群体鳖的形态差异时,每次都必须通过单因子 F 检验来筛选。

在本研究中,各类特征经过使用后,发现有二类特征对鳖的形态判别意义不大。一类是数值较小、变异不易被检测出来的特征,如:眼径、眼间距;另一类是测量时随机误差太大,因

而掩盖了不同群体之间的形态差异的特征值,如前肢长、后肢长等。

参 考 文 献

- [1] 张尧庭等,1982。多元统计分析引论,393-401。科学出版社(京)。
- [2] 蒋立科等,1995。养鳖百问,19。高等教育出版社(京)。
- [3] Brzeski, V. J., R.W. Doyle. 1988. A morphometric criterion for sex discrimination in tilapia, P. 439-444. In R. S. V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tonguthai and J. L. Maclean (eds). The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture, ICLARM Conference Proceeding 15. 623p. Department of Fisheries Bangkok, Thailand, and International Center of Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.
- [4] Roger, W. D., 1989. Morphometrics, P. B11-B45. In Roger, W. D. (ed.): Final Report of Aquaculture Genetics Cooperative Project. Dalhousie/Asia, Phase1 (1986-1989).
- [5] Wilkinson, L., 1989. SYSTAT: The system for statistics. Evanston IL: SYSTAT, Inc.

A PRIMARY STUDY ON MORPHOLOGICAL DIVERSITY OF LOCAL POPULATIONS OF SOFT-SHELLED TURTLE IN EAST CHINA

Li Sifa Li Chenhong Lui Guoqing Li Yong

(Key Laboratory of Ecology and Physiology in Aquaculture,
Ministry of Agriculture, Shanghai Fisheries University, 200090)

Ma Dongbiao Lin Zhiding Hu Guoxiang

(Dongpu Soft-Shelled Turtles Group Company, Shaoxing 312069)

ABSTRACT Fifteen morphological characters of soft-shelled turtle (*Trionyx sinensis*) from Shaoxing, Nanjing, Chaohu and Qingdao areas of East China were analysed by clustering, discriminant and PCA methods. It shows that there were no difference between Nanjing and Chaohu populations, but there were significant differences between these two and Shaoxing, particularly with Qingdao populations. It was proved that there was significant difference between adult and young, and between females and males in morphology. The result of discriminant analysis for origin of different populations revealed that accuracy reached 80% for young turtles, but poor for adult group. The parameters with high contribution to discriminant analysis were different by sex and size of turtles. They are: for young male: back shell width and depth; for young female: head length and belly shell inner width; for male adult: belly shell length and back shell total length; for female adult: belly shell width and back shell total length.

KEY WORDS *Trionyx sinensis*, Population, Morphology, Multiple analysis