

## 中华鳖的体重与形态特征的关联分析

马晓<sup>1</sup>, 王晓清<sup>1\*</sup>, 杜海波<sup>2</sup>, 熊钢<sup>1,3</sup>, 王璐明<sup>1</sup>, 夏建海<sup>1</sup>

(1.湖南农业大学动物科学技术学院, 湖南 长沙 410128; 2.内蒙古阿拉善盟李井滩生态移民示范区农牧林业局, 内蒙古 阿拉善 750312; 3.湖南省生物机电职业技术学院, 湖南 长沙 410127)

**摘 要:** 为确定影响中华鳖体重的主要外部形态指标, 对 100 日龄和 300 日龄中华鳖的背甲长、腹甲长、背甲宽及体高与体重进行了测量与分析。相关分析表明, 中华鳖的背甲长、腹甲长、背甲宽及体高与其体重呈显著正相关( $P < 0.01$ ), 100 日龄中华鳖腹甲长、背甲长、体高及背甲宽与体重的相关系数分别为 0.891、0.651、0.907、0.671; 300 日龄中华鳖背甲长、腹甲长、背甲宽及体高与体重的相关系数分别为 0.724、0.606、0.625、0.424。通径分析及决定系数分析表明, 100 日龄中华鳖腹甲长对体重的直接影响最大( $R=0.541$ ), 其次为背甲长( $R=0.469$ ), 腹甲长与背甲长对体重的决定程度为 0.909; 300 日龄中华鳖体高对体重的直接影响最大( $R=0.711$ ), 其次为背甲长( $R=0.402$ ), 体高与背甲长对体重的决定程度为 0.785。

**关 键 词:** 中华鳖; 体重; 形态特征; 相关分析; 通径分析

中图分类号: Q954

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2013)02-0179-04

## Correlation analysis of morphological traits and body weight of Chinese soft-shelled turtle (*Trionyx sinensis*)

MA Xiao<sup>1</sup>, WANG Xiao-qing<sup>1\*</sup>, DU Hai-bo<sup>2</sup>, XIONG Gang<sup>1,3</sup>, WANG Lu-ming<sup>1</sup>, XIA Jian-hai<sup>1</sup>

(1.College of Animal Science and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128,China; 2.Agriculture Animal Husbandry and Forestry Bureau of Ecological Demonstration Area of Inner Mongolia Luanjingtan, Alax League 750312, China; 3. Hunan Biological and Electromechanical Polytechnic College, Changsha 410127, China)

**Abstract:** To determine the main morphological traits that influence the body weight of the Chinese soft-shelled turtle, *Trionyx sinensis*, carapace length, plastron length carapace width and body height of 100 day-old and 300 day-old turtles were measured. Results showed that carapace length, carapace width, body height and plastron length were significantly correlated with body weight ( $P < 0.01$ ), the correlation index were 0.891, 0.651, 0.907 and 0.671 for 100 day-old *T. sinensis* and 0.724, 0.606, 0.625 and 0.424 for 300 old-day *T. sinensis*, respectively. Path coefficients and coefficient of determination analysis indicated that carapace length and plastron length significantly affected body weight for 100 old-day turtle, and the direct effect index was 0.541 and 0.469, respectively. The coefficient of determination of the two attributes on weight body for 100 old-day turtle was 0.909. Carapace length and body height significantly affected body weight for 300 old-day turtle, and the direct effect index was 0.711 and 0.402, respectively. The coefficient of determination of the two attributes on body weight for 100 old-day turtle was 0.785.

**Key words:** *Trionyx sinensis*; body weight; morphological trait; correlation analysis; path analysis

中华鳖 (*Trionyx sinensis*) , 隶属于龟鳖目 (Testudoformes)、鳖科(Trionychidae)、鳖属, 俗称

收稿日期: 2013-01-09

基金项目: 国家自然科学基金项目(31172406); 湖南省教育厅科学研究重点项目(11A051)

作者简介: 马晓(1985—), 男, 山东胶南人, 博士研究生, 主要从事水产经济动物遗传育种研究, 18maxiao@163.com; \*通信作者, wangxiao8258@126.com

甲鱼、水鱼、王八。中华鳖自20世纪90年代开始在中国广泛养殖,2011年养殖总产量达25多万t。由于长期盲目的苗种培育,导致目前中华鳖种质资源混杂,中华鳖养殖业发展陷入瓶颈。有关中华鳖的研究主要在营养<sup>[1]</sup>、养殖<sup>[2]</sup>、病害<sup>[3-5]</sup>、形态<sup>[6]</sup>、遗传多样性<sup>[7-9]</sup>、性别分化<sup>[10]</sup>等方面,而有关生长与形态特征关系的研究尚少。

目前,多元分析在水产动物目的性状的研究中得到广泛应用<sup>[11-16]</sup>,通过分析形态特征与体重的数量关系,确定影响体重的主要外部形态特征以辅助育种,可以有效提高选育效率<sup>[12]</sup>。笔者采用相关分析及通径分析方法,探寻对不同日龄中华鳖体重有显著影响的形态特征,旨在为中华鳖的选育提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

中华鳖于2012年1月10日采自湖南省临湘市煌鑫中华鳖养殖场,同一日龄中华鳖样本随机取自同日龄精养池群体。共采集100日龄鳖39只,300日龄鳖43只。

表1 中华鳖样本的形态特征值

日龄	体重/g	变异系数	背甲长/cm	变异系数	背甲宽/cm	变异系数	腹甲长/cm	变异系数	体高/cm	变异系数
100	253.64±53.40	0.21	12.14±0.90	0.07	10.51±0.78	0.07	9.45±0.80	0.08	3.60±0.31	0.09
300	751.91±56.46	0.08	17.80±0.79	0.04	14.53±0.59	0.04	13.06±0.50	0.04	5.20±0.41	0.08

### 2.2 供试中华鳖的形态指标与体重的相关分析

对100日龄及300日龄中华鳖背甲长、背甲宽、腹甲长及体高与体重的相关(皮尔逊相关)分析结果见表2。由表2可知,100日龄及300日龄中华鳖各形态特征与体重的相关程度均达到显著水平( $P<0.05$ ),且为正相关。100日龄中华鳖腹甲长、背甲长、体高、背甲宽与体重的相关系数依次下降,分别为0.907、0.891、0.671、0.651。300日龄中华鳖背甲长、腹甲长、背甲宽、体高与体重的相关系数依次下降,分别为0.724、0.625、0.606、0.424。

## 1.2 测量方法

体重用电子天平称量,精确到0.01g,每只中华鳖称重3次;用游标卡尺对每只中华鳖的背甲长、腹甲长、背甲宽及体高进行测量,每项指标均测量3次,结果取其平均值。

## 1.3 数据分析

用Microsoft Excel 2007和SPSS 17.0软件包对各形态特征指标的测量结果进行整理、统计,各相关系数、通径系数和决定系数的计算参考文献[11]、[16]的方法。

## 2 结果

### 2.1 中华鳖不同生长阶段的体重与形态特征

100日龄及300日龄中华鳖的体重、背甲长、背甲宽、腹甲长及体高测量结果见表1。100日龄中华鳖体重变异系数最大,其次为体高、腹甲长、背甲长、背甲宽。300日龄中华鳖体高与体重的变异系数相同,背甲长、背甲宽及腹甲长的变异系数相同。所选形态性状标准差均较小,表明各参数值比较接近总体估计值,分析结果可信度较高。

表2 100日龄与300日龄中华鳖形态特征间的表型相关系数

Table 2 Correlation coefficients between the morphological traits of 100 day-old and 300 day-old *T. sinensis*

性状	相关系数				
	背甲长	背甲宽	腹甲长	体高	体重
背甲长	1	0.774**	0.780**	0.697**	0.891**
背甲宽	0.630**	1	0.520**	0.485**	0.651**
腹甲长	0.558**	0.525**	1	0.522**	0.907**
体高	0.032**	0.267**	0.380**	1	0.671**
体重	0.724**	0.606**	0.625**	0.424**	1

右上三角区为100日龄中华鳖形态特征与体重的相关系数;左下三角区为300日龄中华鳖形态特征与体重的相关系数。

### 2.3 供试中华鳖的形态特征对体重影响的通径分析及决定程度分析

对分析得到的形态特征与体重的通径系数进行显著性检验,剔除通径系数不显著的形态特征,保留达到显著水平的形态特征,其中100日龄中华鳖对体重有显著影响的性状为腹甲长与背甲长,300日龄中华鳖对体重有显著影响的性状为体高与背甲长。100日龄中华鳖腹甲长与背甲长对体重的直接作用(0.541、0.469)高于间接作用(0.422、0.366),腹甲长及背甲长与体重的相关系数分别为0.891、0.907。300日龄中华鳖体高与背甲长对体重的直接作用(0.711、0.402)高于间接作用(0.023、0.013);体高及背甲长与体重的相关系数分别为0.424、0.724。100日龄及300日龄中华鳖形态特征分析中 $R^2$ 分别为0.953、0.669,说明除所选的形态特征外,还有其他形态特征对300日龄中华鳖体重有影响。

供试中华鳖的形态特征对体重的决定程度分析见表3。100日龄中华鳖背甲长与腹甲长的总决定系数为0.909,背甲长与腹甲长的直接决定程度均小于间接决定程度;300日龄中华鳖体高与背甲长的总决定系数为0.785,体高与背甲长的直接决定程度均大于间接决定程度。分析结果说明100日龄中华鳖的背甲长与腹甲长是影响其体重的主要形态特征,而300日龄中华鳖的体高与背甲长是影响其体重的主要形态特征。

表3 100、300日龄中华鳖的形态特征对体重的决定系数

Table 3 Determinant coefficients of the major morphological traits on body weight of 100 day-old and 300 day-old *T. sinensis*

性状	100日龄决定系数		性状	300日龄决定系数	
	腹甲长	背甲长		体高	背甲长
腹甲长	0.293	0.396	体高	0.505	0.018
背甲长	—	0.220	背甲长	—	0.262

### 3 讨论

通径分析作为一种多元统计方法,目前已经广泛应用于水产动物的良种选育。在本研究中,所选择的形态在不同日龄中华鳖群体中的变异系数相对较小,说明具有统计分析意义。有诸多研究通过相关分析获得形态间的相关性,选择相关性较高的

特征以达到间接选育的目的,但相关系数不能准确反映自变量对因变量的影响程度<sup>[15-19]</sup>;因此,为提高水产动物的选育效率,研究者多采用更全面、准确的通径分析方法。本研究的相关分析结果表明,中华鳖背甲长、背甲宽、腹甲长、体高与体重的相关系数均达到了极显著水平,说明选取的形态特征都对体重有一定程度的影响。然而,通径分析结果表明,对于100日龄中华鳖,仅腹甲长和背甲长对体重有显著影响,而对于300日龄中华鳖,仅背甲长和体高对其体重有显著影响;因此,仅仅依据相关分析的结果并不能准确指导选育实践。此外,水产动物在不同的生长阶段,形态性状对体重的影响也会有所差异。例如,随着虹鳟(*Oncorhynchus mykiss*)的年龄增长,体重与体长的遗传相关会逐渐降低<sup>[20]</sup>。本研究分析结果也表明,随着中华鳖的生长,不同形态特征对体重的影响也会改变。

在中华鳖的育种工作中,生长性状是优良品种选育的主要性状之一,而体重是生长性状的最直观表现,通过多元分析能达到对生长性状间接选育的目的。本研究中决定系数分析结果表明,100日龄中华鳖背甲长和腹甲长对体重的决定系数为0.909,接近于1,说明背甲长和腹甲长可以作为中华鳖生长性状相关选育过程中主要的形态特征。同样,在对300日龄中华鳖的生长性状选育过程中,可以将体高和背甲长作为参考的形态特征。本研究通径分析及决定系数分析的结果表明,对于300日龄中华鳖来说,仍有尚未考虑到的形态特征对体重有一定的影响,在后续研究中可以考虑分析更多的形态特征,以提高中华鳖相关育种工作的准确性。

### 参考文献:

- [1] 钱国英,朱秋华.饲料种类对中华鳖营养成分的影响[J].水产学报,2002,26(2):133-138.
- [2] 刘洋,叶程程,郑翡,等.固定化微生物菌剂与蔬菜对中华鳖养殖污水的净化效果研究[J].水生生物学报,2012,36(3):515-521.
- [3] 沈锦玉,潘晓艺,余旭平,等.中华鳖白底板病病原的分析[J].中国水产科学,2007,14(5):815-822.
- [4] Sinmuk S, Suda H, Hatai K. *Aphanomyces* infection in juvenile soft-shelled turtle *Pelodiscus sinensis*, imported from Singapore[J]. Mycoscience, 1996, 37: 249-254.
- [5] Takuma D, Sano A, Wada S, et al. *Aphanomyces sinensis*

- sp. Nov., isolated from juvenile soft-shelled turtle, *Pelodiscus sinensis*, in Japan[J]. *Mycoscience*, 2011, 52: 119-131.
- [6] 李思发, 蔡完其, 刘至治, 等. 中华鳖七群体体形和腹部黑斑图案的差异比较[J]. *水产学报*, 2004, 28(1): 15-22.
- [7] 刘阳, 史燕, 朱新平, 等. 中华鳖 5 个群体遗传多样性的微卫星分析[J]. *基因组学与应用生物学*, 2012, 31(2): 141-146.
- [8] 梁红蕾, 鲍传和, 蒋叶林, 等. 中华鳖两个地理种群遗传多样性的 ISSR 分析[J]. *安徽农业大学学报*, 2012, 39(1): 31-35.
- [9] 黄雪贞, 钱国英, 李彩燕. 中华鳖 3 个地理线粒体基因 D-loop 区遗传多样性分析[J]. *水产学报*, 2012, 36(1): 17-24.
- [10] Du W G, Ji X. The effect of incubation thermal environments on size, locomotor performance and early growth of hatchling soft-shelled turtles, *Pelodiscus sinensis*[J]. *Journal of Thermal Biology*, 2003, 28: 279-286.
- [11] 栗志民, 刘志刚, 王辉, 等. 企鵝珍珠贝(*Pteria penguin*) 主要经济性状对体重的影响效果分析[J]. *海洋与湖沼*, 2011, 42(6): 798-803.
- [12] 耿绪云, 马维林, 李相普, 等. 梭鱼(*Liza haematocheila*) 外部形态性状对体重影响效果分析[J]. *海洋与湖沼*, 2011, 42(4): 530-537.
- [13] 李磊, 李健, 高保全, 等. 三疣梭子蟹不同日龄生长性状相关性及其对体重的影响[J]. *水产学报*, 2009, 33(6): 964-971.
- [14] 王辉, 刘志刚, 付世伟. 南海毛蚶形态特征对体重的相关分析[J]. *热带海洋学报*, 2007, 26(6): 58-61.
- [15] 吴杨平, 陈爱华, 姚国兴, 等. 大竹蛭表型性状通径和回归分析[J]. *南京师范大学学报*, 2012, 35(2): 97-102.
- [16] 王新安, 马爱军, 许可, 等. 大菱鲆幼鱼表型形态性状与体重之间的关系[J]. *动物学报*, 2008, 54(3): 540-545.
- [17] 石宇光, 刘海金, 刘永新. 雌核发育牙鲆家系的生长比较和形态分析[J]. *大连海洋大学学报*, 2010, 25(4): 324-329.
- [18] Harue K, Mutsuyosi T, Katsuya M, et al. Estimation of body fat content from standard body length and body weight on cultured red sea bream[J]. *Fisheries Science*, 2000, 66(2): 365-371.
- [19] 宋春妮, 李健, 刘萍, 等. 日本鬚形态性状对体重的影响效果[J]. *大连海洋大学学报*, 2010, 25(4): 365-369.
- [20] Elvingson P, Johansson K. Genetic and environmental components of variation in body traits of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in relation to age[J]. *Aquaculture*, 1993, 118: 191-204.

责任编辑: 罗 维  
英文编辑: 罗 维