

黄缘闭壳龟生物学特性及种群分类研究进展

董传举, 孔胜楠, 王蓉, 冯红丽, 李小洁, 李学军

(河南师范大学 水产学院, 河南 新乡 453007)

摘要:黄缘闭壳龟是一种古老的物种,具有重要的经济和科学研究价值.近年随着生态环境的恶化,黄缘闭壳龟这一世界珍稀濒危物种的野生种质资源进一步遭到破坏.通过总结黄缘闭壳龟形态学及种群分类学的相关研究,概述了黄缘闭壳龟的最佳生存条件、不同种群的主要特征以及群体间的分类方法.该研究为黄缘闭壳龟濒危的种质资源保护、栖息地重建、自然保护区管理以及精确系统发育分析提供了一定的研究基础和参考依据.

关键词:黄缘闭壳龟;濒危物种;生物学特性;种群分类

中图分类号:S917.4

文献标志码:A

黄缘闭壳龟(*Cuora flavomarginata*)又名黄缘盒龟^[1],起源于500万年前的上新世中期,是一种古老的物种,有“动物活化石”之誉^[2].黄缘闭壳龟具有极高的药用和食用价值,近年其观赏价值也得到了市场的广泛认可,因而遭到大量的捕杀.而生态环境的恶化,更是加剧了黄缘闭壳龟野生资源的破坏.目前,黄缘闭壳龟野生资源的保护得到了我国乃至世界范围内的广泛重视.1989年,黄缘闭壳龟被河南省列为省级重点保护野生动物,并于1994年被我国认定为兼具重要科研和经济价值的陆生野生濒危动物.目前,世界自然保护联盟(IUCN)及濒危野生动植物种国际贸易公约(CITES)把黄缘闭壳龟共同列为珍稀濒危物种^[3,4].

黄缘闭壳龟为两栖偏陆栖型龟类,迁移能力较弱.因此,岛屿化和地理隔离等原因,造成不同地理种群在体型上形成一定的差异.目前关于黄缘闭壳龟的种群研究相对较少,并且闭壳龟类的属间及种间错综复杂的系统发育关系进一步加大了不同群体黄缘闭壳龟的归属划分难度^[5,6].因此,通过对黄缘闭壳龟的形态特征和关键生境的分析及种群关系的综述,可以厘清黄缘闭壳龟模糊不清的保护单元,并为其野生资源的保护和开发利用提供科学依据和重要参考.

1 生物学特性

1.1 形态特征

黄缘闭壳龟大小适中,色彩丰富,侧面呈黄色或黄绿色,背部棕红色,脊棱淡黄色,腹甲棕黑色,背甲外侧缘、缘盾腹面及腹甲外缘鲜黄色.头部光滑,头顶呈橄榄油色或棕色,眼眶上有1条金黄色条纹.吻端垂直向下,上喙钩曲.背甲高隆,壳高约为壳长的二分之一,背腹甲以韧带相连,无明显甲桥^[7].受惊扰时,头尾四肢均可缩入壳中,且背腹甲迅速关闭,因而得名^[8].

1.2 生活习性

1.2.1 栖息环境

黄缘闭壳龟属于两栖偏陆栖性龟,以肺呼吸,故长时间在水深超过30 cm的环境中,容易造成窒息.在自然界中,黄缘闭壳龟主要在水源附近活动,一般栖息于山地和丘陵的杂草或灌木丛中.黄缘闭壳龟喜阴暗,故

收稿日期:2017-03-10;修回日期:2017-06-10.

基金项目:2016年农业部物种资源保护(渔业)项目(5201229160020);2017年度河南省科技攻关项目(172102210348);2017年河南省高等学校重点科研项目(17B240001).

作者简介:董传举(1989-),男,山东菏泽人,河南师范大学副教授,博士,研究方向为系统发育与分子育种学,E-mail:@163.com.

通信作者:李学军,教授,博士,E-mail:xjli@htu.com.

白天多藏于比较安静的石缝或树根下^[9],自然冬眠时又隐藏于向阳坡的草堆或烂树叶丛中。

1.2.2 食性

黄缘闭壳龟人工饲养时,以动物性饵料为主。野生条件下,一般以软体动物为食,当动物性饵料缺乏时,也可食用植物性饵料。在饥饿耐受性试验研究中,腐烂的植物叶也可作为部分个体的食物^[10]。人工养殖可喂肉类、优质龟料及各种蔬果等,其次为动物内脏,但不喜食小鱼虾。黄缘闭壳龟虽然可以食用植物性饲料,但是其生长速度却受到很大限制^[9]。黄缘闭壳龟不耐渴,长时间不饮水,可导致缺水死亡,但是却有较强的耐饥饿能力。该龟喜欢清洁的水环境,人工养殖时,应保持干净饮水。

1.2.3 性情

黄缘闭壳龟易驯化,易饲养,性情较温和。当其受到惊吓时,会把壳紧紧合上,使敌害无处下手,从而抵御敌害。黄缘闭壳龟甚少出现同类争斗的现象,但交配季节,雄性比较活跃,常互相撕咬。人工饲养时,驯养1个月后,即可养成定时定点摄食的习惯。驯养2~3个月后,在食物的引逗下可随主人爬动^[11]。

1.2.4 温度与生长

黄缘闭壳龟对温度变化较为敏感,温度的改变会直接影响黄缘闭壳龟的运动、摄食以及生长。温度为26~31℃时,活动量大,摄食旺盛;低于25℃或高于32℃时,活动量小,摄食较弱;温度低于18℃或高于33℃时,基本不活动;温度下降至12℃以下即开始冬眠,若气温回升到13℃以上,则可以短时间苏醒^[12]。已有研究表明黄缘闭壳龟的取食的适宜温度为20~33℃,但以28~30℃时摄食强度最大,当温度低于26℃时,摄食量明显下降^[9]。鉴于温度的影响,在6~9月食量较大,生长速度较快,其他时间段生长较缓慢。黄缘闭壳龟行动迟缓,捕食动物能力弱,摄食量容易不足,且每年的摄食季节短,因此造成自然环境中生存的个体生长极其缓慢。

1.2.5 繁殖习性

黄缘闭壳龟一般5龄以后才能达到性成熟。雄性个体背甲拱度较小,尾柄较细长,尾部伸直,雄龟交接器可从泄殖腔孔内翻出,呈黑色伞状。雌性个体背甲厚,尾较短,泄殖腔孔位于背甲后缘之内。将龟的腹部朝天,使其四肢头尾缩入壳内,可看到圆形泄殖腔孔内排出泡沫或稀黏液^[7]。黄缘闭壳龟一般在5~6月份即进入交配季节^[11],产卵季节为6~8月,因气候变化等原因,产卵期会相应改变。雌龟产卵多在夜间,每年产卵2~6枚^[13]。卵呈长椭圆形,卵重一般为11~18g,长42~47mm,宽20~24mm。可将沙、黄土或沙土混合作为卵的孵化基质,孵化适宜相对湿度为75%~80%,适宜温度为27~32℃。由于野生黄缘闭壳龟自然种群密度较低,导致正常的交配和受精受到了很大限制,繁殖力显著下降。黄缘闭壳龟野生种群中,雌雄龟的性别比例,会随着年龄和体重的增加而发生明显变化,随着体重的增加,雌性个体所占比例逐渐增多。300~400g的个体,雌雄比例基本一致,600g以上的个体,雌雄比例为1:0.11,雌性占绝对优势^[13]。

2 黄缘闭壳龟的种群分类

黄缘闭壳龟的分类一直存在很大争议,尤其是属阶元的分类分歧更大。1863年,科学家将其划归为 *Cistoclemmys* 属^[14],随后有学者建议将其划分到 *Cyclemys* 属^[15],到20世纪30年代,其又被归入 *Cuora* 属^[16-18],故目前定名为 *Cuora flavomarginata*^[4, 19]。黄缘闭壳龟分布较广泛,例如:我国华南地区的广东以及台湾省,华中地区的河南、湖北、安徽等省均有分布。瞿文元认为黄缘闭壳龟行动缓慢、迁徙能力较弱,加上生存环境的支离破碎,使得不同生境的群体长期缺乏交流,因而导致了一定的地理隔离,造成不同地理种群之间在形态学上产生了较大差异^[3]。

黄斌等人通过方差分析以及 *t* 检验,研究了黄缘闭壳龟华南地区群体及华中地区两个群体之间的亲缘关系,发现华中地区两个群体的亲缘关系较近,而与华南地区群体的亲缘关系较远,存在极显著的差异。虽然不能确定是否已经达到亚种的分化,但是应作为不同的保护单元进行保护^[20]。通过对黄缘闭壳龟体型差异与亚种群分化分析,发现可将腹甲长和体高两种形态参数作为判断种群分化的重要指标^[21]。但该形态参数具有一定的局限性,对于6龄以下的黄缘闭壳龟,由于其生长较快,故易受到外界因子影响。6龄后的个体基本进入成熟期,生长速度下降,体型和体重基本稳定,受外界因子影响较小^[9, 22, 23]。

目前,关于黄缘闭壳龟的种群划分和命名非常混乱,例如,有学者将黄缘闭壳龟分为指名亚种(*C. f. flavomarginta*)和琉球亚种(*C. f. evelynae*)两个亚种^[24, 25],黄缘闭壳龟指名亚种在东亚地区广泛分布,主要集中在我国的华中和华南地区,而黄缘闭壳龟的琉球亚种仅在日本有所分布^[2, 26]. McCord W P 等人把分布于华中与华南地区的黄缘闭壳龟自然群体分为中国中部亚种(*C. flavomarginata*)、南方亚种(*C. f. sinensis*)^[27];将产自台湾的黄缘闭壳龟指名亚种,称之为南系黄缘闭壳龟,而产自中国大陆的指名亚种,称之为北系黄缘闭壳龟. 另外,章剑根据依据体型偏圆或偏长、背部高与低、脊棱黄线连或断、壳面纹路密与疏、颈部的颜色渐进或断色、眼后黄线色调与黑框、盾片上玫瑰红或古朴色等外部特征进行判断,把黄缘闭壳龟分成了三大种群^[28],即安徽种群(*C. f. sinensis*)、台湾种群(*C. f. flavomarginata*)和琉球种群(*C. f. Evelynae*),前两种较为常见. 具体分类如表 1.

最后,章剑^[28]根据多年研究和大量资料分析,将黄缘闭壳龟细分为主要的 8 种即:皖南种、皖西种、河南种、湖北种、浙北种、浙南种、台湾种和琉球种,各种详细信息见表 2.

表 1 黄缘闭壳龟三大种群的主要区别

特征	体型	头部背面	眼后 U 线	面颊	颈部	背甲形状	甲壳纹理	背甲颜色	背部脊棱黄线	背甲纵棱	腹部颜色	四肢颜色
安徽种群	偏圆	古铜色	哑黄色,黄黑色带区分明显,呈细长形状	黄色或橘红色	颈部黄色或红色,脖子褐色泛红	隆起较高,且位置靠后,俯视前端微窄的椭圆形	生长纹理细密深刻	较深,棕褐透着暗红,呈古朴色	一般相连,部分断续	1 条	一般黑色	灰黑色
台湾种群	偏长	青色	柠檬黄色,黄黑色带区分不明显,呈细长形状	橄榄色,部分龟黄色甚至红色	高背龟颈部黄,脖子黑色,形成“断色”;低背龟颈脖全红	一般隆起较低,且位置居中,俯视呈椭圆形,部分龟隆起较高	生长纹理较粗,层叠状	较浅,棕褐透着暗黄,部分龟暗红,多数盾片现“玫瑰红”	高背龟不连,低背龟相连	1 条或 3 条	一般暗黄色,部分龟黑色	灰色
琉球种群	偏长	青灰色	哑黄色,黄黑色带区分明显,呈细长葫芦状	黄色,部分橄榄色或青色	颈部黄,脖子黑色,形成“断片”	一般隆起较低,且位置居中,俯视呈椭圆形	生长纹理较粗,层叠状	较浅,棕褐透着暗黄,部分龟深色,盾片中央现“暗黄”	一般相连,部分断续	3 条	灰黑色	黑色

3 总 结

近年来,由于生态环境的破坏和人为的捕杀,黄缘闭壳龟的野生资源日益减少,纯种野生黄缘闭壳龟濒临灭绝. 目前关于黄缘闭壳龟种质资源保护方面需要注意的是种群遗传结构的差异以及环境的不同都将影响采取的保护措施. 为对这一物种进行保护,河南省信阳市已于 2005 年建成黄缘闭壳龟救护中心并投入使用. 同时安徽作为黄缘闭壳龟的重要分布区之一,在保护黄缘闭壳龟方面也采取了一定的保护措施.

目前黄缘闭壳龟分类方式的以及命名的混乱导致其保护单元一直模糊不清,从而给该珍稀濒危龟类的保护和开发利用带来了很大的困难^[29]. 因此,对黄缘闭壳龟不同群体形态生物学特征进行系统的比较分析,并从遗传学的角度进行研究,对于厘清不同群体间的亲缘关系和系统发育关系具有重要的科学意义. 黄缘闭壳龟分布区域的共同特点是年降水量都在 1000 mm 左右,年平均气温保持在 15 ℃左右. 黄缘闭壳龟行动迟缓,故迁徙能力较差,因此不同生境中的群体长期缺乏基因交流,从而导致形态学特性存在一定差异. 研究表明,安徽、河南、湖北黄缘闭壳龟亲缘关系相近,与其他群体亲缘关系较远. 但要想进一步的明确黄缘闭壳龟物种之间的进化与亲缘关系,仍须应用多种手段和方法,对不同群体的亲缘关系、遗传结构和遗传多样性进

行深入的研究.

表 2 8种黄缘闭壳龟种群的判别

特征 种群	体型	头部 背面	眼后 U 线	面颊	脖颈	背甲形状
皖南种群	偏圆	古铜色	哑黄色,黄黑色带区分明显,呈细长形状	黄色或橘红色	颈部黄或红色,脖子褐色泛红	隆起较高,且位置靠后,俯视前端微窄的椭圆形
皖西种群	偏圆	古铜色	哑黄色,黄黑色带区分明显,呈细长形状	橘黄色	颈部红色,脖子褐色泛红	隆起较高,且位置靠后,俯视前端微窄的椭圆形
河南种群	偏圆	古铜色	哑黄色,黄黑色带区分明显,呈细长形状	橘红色	颈部黄或红色,脖子褐色泛红,部分龟嘴角曲	隆起较高,且位置靠后,俯视前端微窄的椭圆形
湖北种群	偏圆	古铜色	哑黄色,黄黑色带区分明显,呈细长形状	橘黄色	颈部红色,脖子褐色泛黄	隆起较高,且位置靠后,俯视前端微窄的椭圆形
浙北种群	偏长	深黄色	哑黄色,黄黑色带区分明显,呈细长形状	橘黄色	颈部黄色,脖子褐色泛黄	隆起较高,且位置居中,俯视前端微窄的椭圆形
浙南种群	偏长	青灰色	哑黄色,黄黑色带区分明显,呈细长葫芦状	橘红色,部分橘黄色	颈部红,脖子褐色泛黄	隆起较高,且位置居中,俯视呈椭圆形
台湾种群	偏长	青色	哑黄色,黄黑色带区分不明显,呈细长形状	橄榄色,部分黄色或红色	高背龟颈部黄,脖子黑色,形成“断片”低背龟颈部全红	一般隆起较低,且位置居中,俯视呈椭圆形,部分龟隆起较高
琉球种群	偏长	青灰色	哑黄色,黄黑色带区分明显,呈细葫芦状	黄色,部分橄榄色或青灰色	颈部黄,脖子黑色,形成“断片”	一般隆起较低,且位置居中,俯视呈椭圆形

参 考 文 献

- [1] Fong J J, Parham J F, Fu J. A reassessment of the distribution of *Cuora flavomarginata* Gray 1863 on mainland China[J]. Russian Journal of Herpetology, 1993, 9(1): 9-14.
- [2] 叶祥奎. 安徽铜山上新世的闭壳龟化石[J]. 古脊椎动物学报, 1994, 32(1): 66-68.
- [3] 瞿文元. 河南珍稀濒危动物[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 2000: 268-271.
- [4] 汪松. 中国濒危动物红皮书: 两栖类和爬行类[M]. 北京: 科学出版社, 1998: 6-7.
- [5] 毕亭亭, 聂刘旺, 张艳云, 等. 淡水龟科具闭壳结构龟类分类及系统进化研究进展[J]. 生物学杂志, 2011, 28(2): 80-82.
- [6] Yasukawa Y, Hirayama R, Iikida T. Phylogenetic Relationships of Geoemydine Turtles (Reptilia: Bataguridae)[J]. Current Herpetology, 2001, 20(2): 105-133.
- [7] 李修峰, 李蓓, 张友谦. 黄缘盒龟的生物学特征和经济价值[J]. 北京水产, 2006(4): 12-15.
- [8] 黄勇, 张晔. 黄缘闭壳龟稚龟的形态学特征统计分析[J]. 水产养殖, 2008, 29(1): 20-22.
- [9] 黄斌, 陈世锋, 罗传新, 等. 黄缘闭壳龟的生活习性与其驯养[J]. 信阳师范学院学报: 自然科学版, 2002, 15(3): 309-311.
- [10] 杨治国. 黄缘闭壳龟生物学特性及养殖技术[J]. 淡水渔业, 2005, 35(2): 57-59.
- [11] 梅志安. 黄缘闭壳龟生物学特性与人工养殖技术[J]. 农技服务, 2011, 28(9): 1341-1342.
- [12] 黄斌, 赵红霞, 汪军玲. 光照强度与温度对黄缘闭壳龟基本生命活动的影响[J]. 信阳师范学院学报: 自然科学版, 2007, 20(3): 313-316.
- [13] 黄斌, 陈元胜, 陈世锋. 野生黄缘闭壳龟繁殖力的调查研究[J]. 信阳师范学院学报: 自然科学版, 2000, 13(4): 459-461.
- [14] Gray J E. Observations on the box tortoises, with the descriptions of three new asiatic species[J]. Proceedings of the Zoological Society of London, 1864, 13(3): 105-111.
- [15] McDowell S B. Partition of the genus *Clemmys* and related problems in the taxonomy of the aquatic testudinidae[J]. Journal of Zoology, 2010, 143(2): 239-278.
- [16] Bickham J W, Pytel B A, Greenbaum I F, et al. Biochemical Characters and the Reconstruction of Turtle Phylogenies: Relationships Among Batagurine Genera[J]. Systematic Zoology, 1984, 33(2): 137-158.
- [17] Hoogmoed M S. Turtles of the World[J]. Phyllomedusa Journal of Herpetology, 2006, 5(2): 159-162.
- [18] 吴平, 杨群. 用 12SrRNA 基因序列研究潮龟科(BATAGURIDAE)闭壳龟类的进化[J]. 应用与环境生物学报, 1998, 4(4): 374-378.
- [19] Tiedemann R, Schneider A R R, Ilavenstein K, et al. New microsatellite markers allow high-resolution taxon delimitation in critically en-

dangered Asian box turtles, genus *Cuora*[J]. *Salamandra*, 2014, 50(3):139-146.

- [20] 黄斌,张斯荷,杨艳磊. 华中与华南地区黄缘闭壳龟形态学差异[J]. 信阳师范学院学报:自然科学版, 2013, 26(2):240-244.
- [21] 朱新平,陈永乐,刘毅辉,等. 黄喉拟水龟、三线闭壳龟、鳄龟的生长比较研究[J]. 水产学报, 2001, 25(6):507-511.
- [22] 陈焱国,谢建军. 黄缘闭壳龟生长速度的测定[J]. 动物学杂志, 1988, 23(2):34-35.
- [23] 黄斌. 黄缘闭壳龟稚龟的人工养殖技术[J]. 淡水渔业, 2004, 34(3):47-49.
- [24] Blanck T, Mccord W P, Le M. On the variability of *Cuora trifasciata*: *Chimaira*[M]. Edition Chimaira, 2006:153-160.
- [25] 王伟,周婷. 中国龟鳖养殖原色图谱[M]. 北京:中国农业出版社, 2012:101-150.
- [26] 周婷. 中国龟鳖分类原色图鉴[M]. 北京:中国农业出版社, 2013:73-77.
- [27] Mccord W P, Iverson J B. A New Box Turtle of the Genus *Cuora* (Testudines: Emydidae) with Taxonomic Notes and a Key to the Species [J]. *Herpetologica*, 1991, 47(4):407-420.
- [28] 章剑. 中国龟鳖产业核心技术图谱[M]. 北京:海洋出版社, 2014:117-127.
- [29] 黄斌,张斯荷. 黄缘盒龟体型差异与保护单元研究[J]. 河南师范大学学报:自然科学版, 2011, 39(4):122-126.

Research Progresses of Biological Property and Population Classification of Yellow-margined Box Turtle (*Cuora flavomarginata*)

Dong Chuanju, Kong Shengnan, Wang Rong, Feng Hongli, Li Xiaojie, Li Xuejun

(College of Fisheries, Henan Normal University, Xinxiang 453007, China)

Abstract: Yellow-margined Box Turtle is an ancient species which has important economic and scientific research values. The destruction of ecological environment of Yellow-margined Box Turtle, one of world's rare and endangered species, has exacerbated the decline of wild germplasm resources. In this paper, the best living conditions, the main characteristics of different populations and the classification methods among populations were characterized by summarizing related studies on the morphology and population taxonomy of the Yellow-margined Box Turtle. In general, this study provides a certain basis of research and reference for the endangered germplasm resources protection, habitat reconstruction, nature reserve management and precise phylogenetic analysis of the Yellow-margined Box Turtle.

Keywords: Yellow-margined Box Turtle; endangered species; population classification; biological characteristics

[责任编辑 王凤产]