

鹭科鸟类分类及系统学研究进展*

张保卫^{①②} 常青^② 魏辅文^{①**}

(①中国科学院动物研究所 北京 100080; ②南京师范大学遗传资源研究所 南京 210097)

摘要: 基于鹭科鸟类的生态学、形态学、羽毛角蛋白凝胶电泳、scnDNA 杂交及线粒体 Cyt *b* 序列分析等研究,对鹭科鸟类的分类学及系统学研究现状进行综述,提出了鹭科鸟类分类中目前存在争议的问题及系统学研究中的不足。

关键词: 鹭科; 分类; 系统学

中图分类号: Q959 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2002)03-84-05

A Review on Taxonomic and Systematic Studies of Ardeidae

ZHANG Bao-Wei^{①②} CHANG Qing^② WEI Fu-Wen^①

(① Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences Beijing 100080;

② Institute of Genetic Resources, Nanjing Normal University Nanjing 210097, China)

Abstract: The systematic and taxonomic studies of Ardeidae based on ecology, osteology, single-copy nuclear DNA hybridization and DNA sequence analyses were summarized. The controversial questions and deficiency in the systematic and taxonomic studies of Ardeidae were pointed out.

Key words: Ardeidae; Taxonomy; Systematic

鹭科是鸮形目中较为发达的一个科,广布于世界各地。对鹭科鸟类的分类目前在亚科及属的划分上还有着争议。在鹭科鸟类的系统学研究上,目前已有的一些基于生态学^[1]、形态学^[2]、羽毛角蛋白凝胶电泳^[3]、单拷贝核 DNA (single-copy nuclear DNA, scnDNA) 杂交^[4] 及线粒体细胞色素 *b* 基因序列分析^[5] 的报道。

1 鹭科鸟类分类现状及存在的争议

全球共有鹭科鸟类 65 种^[6]。传统分类观点将鹭科分为两个亚科:鹭亚科 (Ardeinae) 和鸪亚科 (Botaurinae)^[1,7,8]。Payne 和 Risley 通过对鹭科种类的 33 个骨骼性状进行数值分类研究,结合生态特征分析,将鹭科分为日鹭亚科 (Ardeinae)、夜鹭亚科 (Nycticoracinae)、鸪亚科 (Botaurinae) 和虎鹭亚科 (Tigrisomatinae) 4 个亚科^[2]。国内学者一般采用将鹭科划分为鹭亚科和鸪亚科两个亚科的分体系^[1]。

在属的分类上, Perrins、Howard 及 Hancock 等认为 65 种鹭类隶属于 17 个属^[5,7,9]。1990 年, Sibley 和 Monroe 将全世界鹭科鸟类分为 20 个属,增加中白鹭属 (*Mesophoyx*)、大白鹭属 (*Casmerodius*) 及黄顶夜鹭属

(*Nyctanassa*) 3 个属^[10], 1993 年 Monroe 和 Sibley 又增加黑鸪属 (*Dupetor*), 计 21 属^[6]。

中国鹭科鸟类有 20 种,国内一般采用郑作新的分类体系,分 9 个属^[11]。此外, MacKinnon 将在台湾等地有迷鸟记录的白颈黑鹭 (*Egretta picata*) 和罕见于西藏的白腹鹭 (*Ardea insignis*) 收录,认为我国鹭科鸟类有 22 种^[12]。

对旧大陆分布鹭科鸟类的属级分类,在某些物种上还存在争议。(1) 大白鹭长期以来一直被置于白鹭属 (*Egretta*)^[11,13-19], 近年来 Sibley 等根据 scnDNA 杂交结果,将其归入大白鹭属 (*Casmerodius*)^[10]; (2) 中白鹭也一直被列入白鹭属 (*Egretta*), 但 Sibley 亦将其独立成中白鹭属 (*Mesophoyx*)^[10]; (3) 黑鸪在 1790 年订名时,因其具有与苇鸪属 (*Ixobrychus*) 不同的特征,一直将其隶属于黑鸪属 (*Dupetor*)^[13,16,17], 近年有学者将 *Dupetor*

* 国家杰出青年基金资助项目 (No. 30125006);

** 通讯作者;

第一作者介绍 张保卫,男,25岁,博士研究生;研究方向:分子系统学。

收稿日期:2001-09-15, 修回日期:2002-03-04

属并入 *Ixobrychus* 属^[8,16]。国内学者在早些时候也曾将黑鹇归于 *Dupetor* 属^[13]，后来基于 *Depetor* 属和 *Ixobrychus* 属在下体均具纵条纹，习性上都以栖息于芦苇丛为主，亦同意将 *Dupetor* 并入 *Ixobrychus*^[1,8]。目前有些学者中仍将其归为黑鹇属 (*Dupetor*)^[6,12,19]。

2 鹭科鸟类系统学研究现状

对鹭科鸟类的系统学，长期以来主要基于其习性和形态方面研究^[20,21]。近年有从鹭类的羽毛角蛋白凝胶电泳、骨骼学^[2,22]以及 DNA 水平^[4,5]等方面来探讨其系统关系。

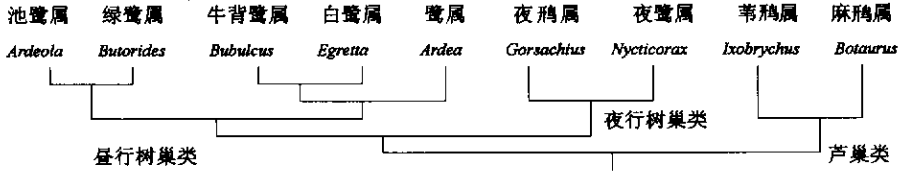


图 1 鹭类各属亲缘关系示意图

Fig.1 Sketch map of relationship of different genus in Ardeidae

2.2 基于骨骼形态特征研究 McCaeken 等对 Payne 等^[2]的鹭类骨骼学特征的研究结果进行了非加权简约分析，从所构建的 2 500 个简约树中，选取了一个 50% 多数分析一致性 (50% majority-rule consensus) 系统发生树 (图 2)，重建了鹭科鸟类 13 个属 15 个种的系统发生关系^[22]。在此系统树发生中，船嘴鹭 (*Cochlearius cochlearius*) 是最早分化出的一支；夜鹭 (*Nycticorax nycticorax*) 和黄顶夜鹭 (*Nyctanassa violacea*) 的分枝晚于船嘴鹭，且夜鹭早于黄顶夜鹭。上述物种分歧后，系统发生树再分为两支：一支包含麻鹇属 (*Botaurus*)、苇鹇属 (*Ixobrychus*) 和波斑鹭属 (*Zebrius*) 3 个属，其中麻鹇属与苇鹇属关系最近，它们的分枝晚于波斑鹭出现；另一支则包括鹭科中其余的 7 属 9 种。其中，啸鹭属 (*Syrigma*) 与绿鹭属 (*Butorides*) 在演化过程中分歧较早。另外 7 种构成 3 个姐妹群：一支为白鹭属 (*Egretta*)，一支为牛背鹭 (*Bulbulcus*)，另一支包括虎鹭属 (*Tigrisoma*)、大白鹭属 (*Casmerodius*) 与鹭属，虎鹭属与大白鹭属的关系较近，两者相聚后再与鹭属相聚。

2.3 基于羽毛角蛋白凝胶电泳分析 羽毛角蛋白是由一系列结构相似、分子量低的亚单位组成，每一亚单位由一个基因调控。羽毛角蛋白作为鸟类分类学及系统学的研究是很好的材料，并有很高的可信度^[23]。

李庆伟等^[3]根据用羽毛角蛋白凝胶电泳分析了鹭科 4 个属的 4 种鸟，并用 UPCMA 法重建了系统发生树。图中可以看出，草鹭先与绿鹭聚在一起后再与黄嘴白

2.1 基于形态学的分析 在传统上全球鹭科鸟类可分为 4 或 5 个生态群，分类观点并不一致。如 Hancock 等将鹭类分为日鹭类 (day herons)、夜鹭类 (night herons)、鹇类 (bitterns)、虎鹭类 (tiger herons) 及船嘴鹭 (boat-billed heron) 5 种生态群^[9]；而 Perrins 将其分为日鹭类 (day herons)、夜鹭类 (night herons)、虎鹭类 (tiger herons)、大鹇类 (large bitterns)、小鹇类 (small bitterns) 5 种生态群^[7]。

根据形态、栖息环境和生活习性的不同，我国鹭科鸟类通常分为 3 个生态类群：昼行树巢类、夜行树巢类和芦巢类^[1]。上述各属间的关系如图 1 所示。

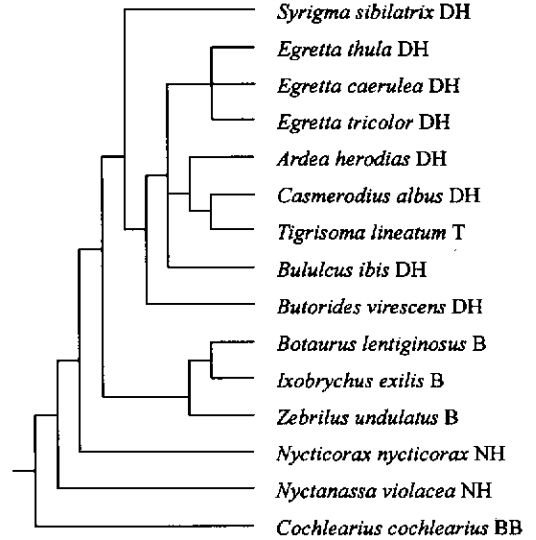


图 2 建立在骨骼形态特征分析上的鹭类发生树
Fig.2 Herons phylogentic tree come from osteological estimate based on 33 skeletal charaters

Syrigma sibilatrix 啸鹭、*Egretta thula* 雪鹭、*Egretta caerulea* 小蓝鹭、*Egretta tricolor* 三色鹭、*Ardea herodias* 大蓝鹭、*Casmerodius albus* 大白鹭、*Bulbulcus ibis* 牛背鹭、*Butorides virescens* 大绿鹭、*Botaurus lentiginosus* 美国麻鹇、*Ixobrychus exilis* 稚苇鹇、*Zebrius undulatus* 波斑鹭、*Nyctanassa violacea* 黄顶夜鹭、*Nycticorax nycticorax* 夜鹭、*Cochlearius cochlearius* 船嘴鹭、*Tigrisoma lineatum* 赤虎鹭；图中拉丁名后的大写字母代表其所属的生态群。DH: day herons 日鹭类；NH: night herons 夜鹭类；B: bittern 鹇类；T: tiger herons 虎鹭；BB: boat-billed heron 船嘴鹭，Hancock, 1984

鹭 (*E. eulophotes*) 相聚, 最后与紫背苇鹇相聚, 表明鹭属 (*Ardea*) 与绿鹭属 (*Butorides*) 关系较近, 与白鹭属较远, 而与苇鹇属的关系最远 (图 3)。

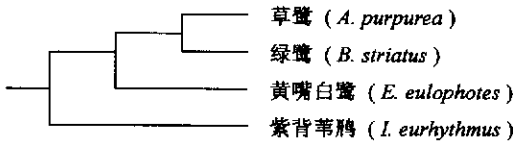


图 3 羽毛角蛋白凝胶电泳分析构建的鹭科 4 种鸟的系统关系图

Fig.3 Phylogenetic relationship tree of 4 species in Ardeidae based on electrophoresis of feather keratins

2.4 基于 DNA 杂交研究 Sheldon 最早使用 scnDNA 杂交方法对鹭类进行系统学研究^[4,24], 其后对实验结果又进行补充^[25,26], 并根据实验结果构建了鹭类 13 属 15 个种的系统树(图 4)。

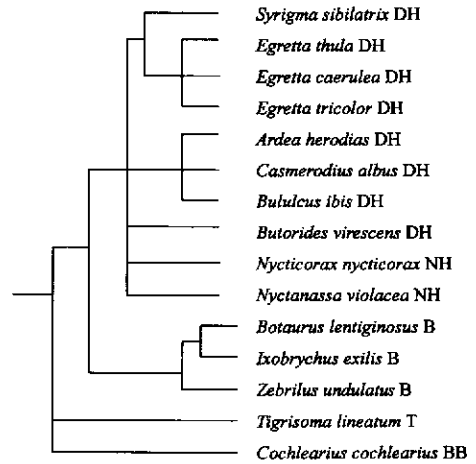


图 4 通过 scnDNA 杂交研究构建的鹭类系统发生树
Fig.4 Ardeidae phylogenetic tree based on scnDNA hybridization studies

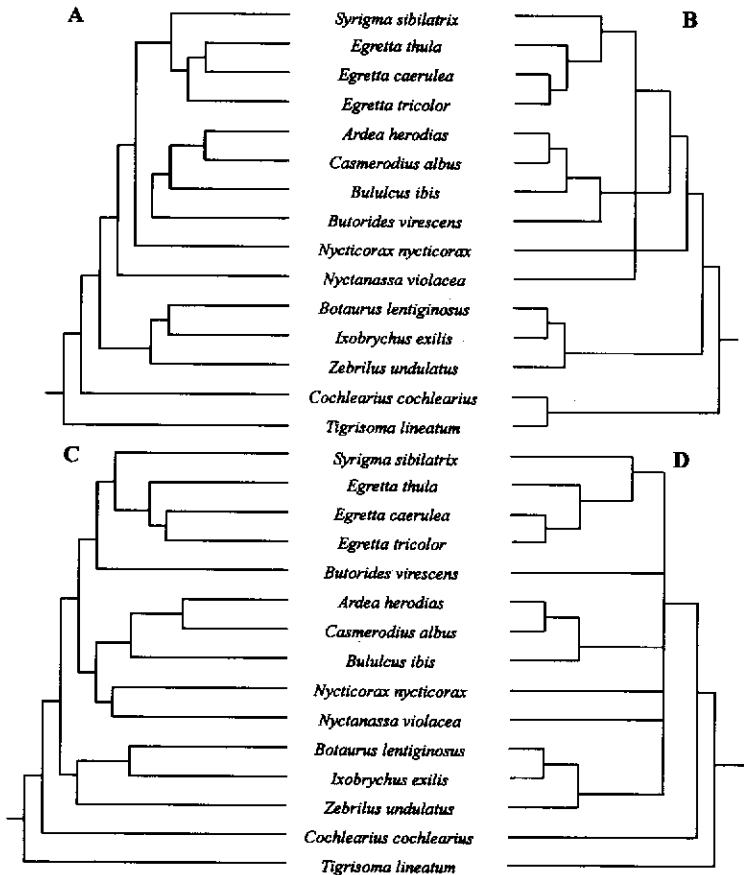


图 5 基于线粒体 DNA Cyt b 基因序列不同方法构建的鹭科系统发生树

Fig.5 Different Ardeidae phylogenetic tree come from respective method based on mtDNA Cyt b gene

A: 最大似然法 Maximum-likelihood tree; B: 最大简约法 Maximum-parsimony tree;

C: 最小平方方法 Least-squares tree; D: 50% 多数分析一致性 MP 树 Fifty percent majority-rule consensus MP tree

在此系统树中,船嘴鹭属、虎鹭属较早分歧出,然后系统树分化出两支:一支包括嘴鹭属、白鹭属、鹭属、大白鹭属、绿鹭属、牛背鹭属、黄顶夜鹭属及夜鹭属共8属,其中鹭属、大白鹭属、牛背鹭属三属关系较近,而嘴鹭属与白鹭属关系较近。另一支包括麻鸭属、苇鸭属和波斑鹭属。其中,波斑鹭属早于麻鸭属和苇鸭属分歧出来。

2.5 基于 Cyt b 序列分析 Sheldon 等测定了鹭科内 13 属 15 个种的 mtDNA Cyt b 基因全序列,并用不同的方法进行分析,重建系统发生树^[5]。

不同的分析结果均表明(图 5),虎鹭属和船嘴鹭属在系统演化过程中均较早分化出来。嘴鹭属、白鹭属、鹭属、大白鹭属、绿鹭属、牛背鹭属、黄顶夜鹭属、夜鹭属 8 属构成另外一支。在各属的亲缘关系上:嘴鹭属与白鹭属关系较近,而牛背鹭属、鹭属、大白鹭属之间关系较近。对于绿鹭属、夜鹭属和黄顶夜属在系统发生中的位置,不同的分析结果则表现出差异。

3 讨论

在鹭类系统发生研究上,目前仍有许多问题需要进一步探讨。鹭类中夜间活动的类群,包括夜鹭属、黄顶夜鹭属及夜鸭属(*Gorsachius*)的种类,在系统发生上是否是一个单系群,它们是否是鹭类中最早发生的一支?船嘴鹭属和虎鹭属是否是姐妹分类单元(图 5:B),或是构成连续的外群(图 5:A,C,D)?目前对鹭类的分子系统学研究中,研究对象仅限于在新大陆有分布的属的部分种类,尚未涉及仅在旧大陆分布的夜鸭属、池鹭属(*Ardeola*)、森鸭属(*Zonodius*)、白冠鸭属(*Tigriornis*)的种类。

国内虽有鹭类的生理学^[27]、羽毛角蛋白电泳^[3]、核型分析^[28,29]等方面的研究报道,但目前只有李庆伟等将羽毛角蛋白电泳用于探讨 4 种鹭类的系统关系,迄今尚未见到对鹭科鸟类 DNA 序列进行测定和分析的报道。为解决鹭科内属的划分存在的争议,更全面掌握鹭科鸟类的系统发生关系,有必要对旧大陆的鹭类从分子水平进行系统学的研究。

参 考 文 献

- [1] 郑作新等. 中国动物志(鸟纲, 第一卷). 北京: 科学出版社, 1997. 117 ~ 151.
- [2] Payne R B, Rissley C J. Systematics and evolutionary relationships among the herons (Ardeidae). *Misc Publ Univ Mus Zool*, 1976, 150: 1 ~ 115.
- [3] 李庆伟, 卞小庄, 张恒庆. 羽毛角蛋白凝胶电泳在鹭科属间关系探讨的应用. 辽宁动物学会会刊, 1989, 7(1): 1 ~ 5.
- [4] Sheldon F H. Phylogeny of herons estimated from DNA-DNA hybridization data. *Auk*, 1987, 104: 97 ~ 108.
- [5] Sheldon F H *et al.* Relative patterns and rates of evolution in Heron nuclear and mitochondrial DNA. *Mol Biol Evol*, 2000, 17(3): 437 ~ 450.
- [6] Burt L Monroe, Charles G Sibley. A World Checklist of Birds. Yale University Press, 1993. 128 ~ 138.
- [7] Christopher M Perrins, Middleton the Alex L A. The Encyclopedia of Birds. New York: Facts on File Publications, 1985. 66 ~ 89.
- [8] Richard Howard, Alick Moore. A Complete Checklist of the Birds of the World. London: Oxford University Press, 1980. 63 ~ 66.
- [9] Hancock J, Kuahlan J. The herons handbook. New York: Harper and Row, 1984. 10 ~ 280.
- [10] Charles G Sibley, Monroe Burt L Jr. Distribution and Taxonomy of Birds of the World. New Haven & London: Yale University Press, 1990. 302 ~ 310.
- [11] 郑作新. 中国鸟类种和亚种分类名录大全. 北京: 科学出版社, 1994. 9 ~ 11.
- [12] 约翰·马敬能(John MacKinnon), 卡伦·菲利普斯(Karen Phillipps), 何芬奇. 中国鸟类野外手册. 长沙: 湖南教育出版社, 2000. 210 ~ 218.
- [13] 郑作新. 中国鸟类系统检索. 北京: 科学出版社, 1964. 9 ~ 12.
- [14] Hermann Heinzel, Richard Fitter, John Parslow. The Birds of Britain and Europe with North African and the Middle East. London: Collins, 1972. 34 ~ 39.
- [15] Ben F King, Woodcock Martin W, Dickinson E C. A Field Guide to the Birds of South-East Asia. London: Collins, 1975. 41 ~ 47.
- [16] De schauensee R M. The Birds of China. Washington D C: Smithsonian Institution Press, 1984. 129 ~ 136.
- [17] 张万福. 台湾鸟类彩色图鉴(增订再版本). 台中: 禽影图书有限公司, 1980. 25 ~ 34.
- [18] Wild Bird Society of Japan. A Field Guide to the Birds of Japan. Tokyo: Kodansha International LTD, 1982. 108 ~ 117.
- [19] 中国野生动物保护协会主编. 中国鸟类图鉴. 郑州: 河南科学技术出版社, 1995. 16 ~ 24.
- [20] BOCK W J. A generic review of the family Ardeidae (Aves). *Am Mus Novit*, 1956, 1779: 1 ~ 49.
- [21] Curry-Lindah L K. Systematic relationships in Herons (Ardeidae), based on comparative studies of behavior and ecology. *Ostrich (Suppl)*, 1971, 9: 53 ~ 70.
- [22] McCracken K G, Sheldon F H. Molecular and Osteological

- heron phylogenies: sources of incongruence. *Auk*, 1998, **115**: 127 ~ 141.
- [23] Brush A H. Waterfowl feather proteins: analysis of use in taxonomic studies. *J Zool*, 1976, **179**:467 ~ 498.
- [24] Sheldon F H. Rates of single-cope DNA evolution in herons. *Mol Boil Evol*, 1987, **4**:56 ~ 69.
- [25] Sheldon F H, Kinnarney M. The effect of sequence removal on DNA hybridization estimates of distance, phylogeny, and rates of evolutions. *Syst Biol*, 1993, **42**:32 ~ 48.
- [26] Sheldon F H, Mccracken K G, Stuebing K D. Phylogenetic relationships of the zigzag heron (*Zebrillus undulatus*) and white-crested bittern (*Tigriornis leucolophus*) estimated by DNA-DNA hybridization. *Auk*, 1995, **112**: 672 ~ 679.
- [27] 朱曦. 3种鹭血液生理生化指标比较研究. 科技通报, 1999, **15**(6):423 ~ 427.
- [28] 朱甦天, 姜殿卿, 张恒庆. 鹭科鸟类染色体组型分析初报. 动物学研究, 1984, **5**(1): 79 ~ 81.
- [29] 卞小庄, 李庆伟. 鸊形目和鹤形目 8 种鸟类的核型研究. 动物学杂志, 1990, **25**(1): 11 ~ 15.