

中国姬鼠属的系统学研究述评

刘晓明 魏辅文* 李 明 冯祚建

(中国科学院动物研究所, 北京, 100080)

摘要: 姬鼠属分布在欧亚大陆及其邻近的岛屿上, 种类及数量均较多。但对该属的分类和系统发育关系一直存在争议, 尤其近几年对姬鼠属分子系统学的研究, 产生了一些与形态学、生物地理学等研究不同的结果。文章综述了姬鼠属系统学研究的一些工作, 根据所归纳的初步论点, 试拟定了中国现生种类的系谱; 并对中国姬鼠属系统学的进一步研究, 提出了一些建议。

关键词: 姬鼠属; 系统学; 细胞色素 B; rDNA

中图分类号: Q959.837 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1050(2002)01-0046-07

姬鼠属 (Rodentia, Muridae, *Apodemus*) 是典型的古北界种类, 在东洋界仅呈边缘分布, 是古北界温带阔叶林中最常见的啮齿动物, 其种类和数量都很多^[1-3]。姬鼠属的进化历史被认为与全球地质变迁、植物区系变化 (阔叶林扩张和灭绝) 有关, 对其类群划分及系统进化研究能加深对古北界气候和植被变化的了解^[4], 所以许多学者从比较形态学、生态学、古生物学及分子系统学等多学科做了深入细致的研究, 尤其是分子生物学技术的应用产生了大量新论点, 使原本就较混乱的姬鼠属分类体系及系统进化更加纷纭复杂。现仅以掌握的材料对几个有争论的问题加以述评, 并初步提出我们的意见, 为今后进一步研究奠定基础。

1 几个问题

1.1 姬鼠属的亚属划分

Zimmermann 从形态特征和地理分布角度将姬鼠属划分成 3 个亚属, 即田姬鼠亚属 (*Apodemus*)、小林姬鼠亚属 (*Sylvaemus*)、*Alsomys* 亚属^[5]。但是中国学者一般接受的是 Corbet 的分田姬鼠亚属和小林姬鼠亚属的观点^[1,6]。近年, Musser 等和 Nowak 提出了划分为田姬鼠亚属、小林姬鼠亚属、*Alsomys* 亚属和 *Karstomys* 亚属共 4 个亚属的观点^[7,8]。而 Musser 等划分成 3 个类群: 田姬鼠类群、小林姬鼠类群和日本姬鼠类群 (*Argenteus* group), 并反对 Zimmermann 简单地将东亚的种类归入 *Alsomys* 亚属^[5,9]。我们也认为 Musser *et al.*^[9] 的反对是合理的, 同样 Musser 等^[7] 和 Nowak^[8] 的亚属划分观点也需作进一步论证。Serizawa 等在分析比较了 9 种姬鼠的线粒体细胞色素 B 基因 (1 140 bp) 和光感受器间类视色素结合蛋白 (interphotoreceptor retinoid binding protein, IRBP) 基因 (1 152 bp) 后, 将 9 种姬鼠分为 4 个类群: 黑线姬鼠类群 (*Agrarius* group)、日本姬鼠

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (39970103); 国家杰出青年基金资助项目 (30125006); 大科学工程和特殊学科人才培养项目; 中国科学院青年科学家小组专项基金资助项目

作者简介: 刘晓明 (1975-), 男, 硕士研究生, 主要从事哺乳动物分子系统学及分子进化的研究。

收稿日期: 2001-01-02; **修回日期:** 2001-05-31

*通讯作者

类群、尼泊尔姬鼠类群 (*Gurkha* group) 以及小林姬鼠类群^[4]。除了尼泊尔姬鼠 (*A. gurkha*) 外, 这个结果从根本上讲与 Musser 等的观点^[9]是一致的, 因为黑线姬鼠类群相当于 Musser 等^[9]的田姬鼠类群 (后者将尼泊尔姬鼠归入田姬鼠类群)。

1.2 姬鼠类群隶于一个属或多个属

一些学者^[10~12]在通过等位酶 (allozyme) 电泳探讨姬鼠属的种间关系时, 发现在有黑线姬鼠 (*A. agrarius*) (又名田姬鼠) 的研究中, 遗传关系上都分为 2 个类群: 黑线姬鼠组成田姬鼠亚属; 小林姬鼠 (*A. sylvaticus*) 和其它姬鼠构成小林姬鼠亚属, 并且它们之间的遗传距离与啮齿动物属间的遗传距离相似。鉴于此, Filippucci 提议, 把 2 个亚属都提升为属^[10]。Hartl 等用数值分类法研究姬鼠的系统发育关系时, 发现在遗传距离有根树状图 (rooted dendrogram) 中, 与黑线姬鼠相比, 小家鼠属 (*Mus*)、家鼠属 (*Rattus*) 和小林姬鼠亚属的关系似乎更近; 但是采用支序分析的方法, 又发现虽然还留有黑线姬鼠作为独立属的可能性, 可是更清楚地表明, 由于有根树状图存在拓扑性, 数值法不能确定黑线姬鼠的分类地位^[11]。Serzawa 等在以褐家鼠 (*Rattus norvegicus*) 作为外群研究姬鼠属^[4]和 Suzuki 等探讨裔鼠 (*Tokudaia osimensis*)、琉球鼠 (*Diplothrix legata*)、姬鼠属、巢鼠属 (*Micromys*)、小家鼠属、家鼠属的系统发育关系时^[8], 比较核基因 IRBP 基因 (1 152 bp) 和线粒体细胞色素 B 基因 (1 140 bp) 的差异, 结论都不支持 Hartl 等^[11]的数值法分类的结果^[6]。

但是, 上述许多欧洲学者除了对黑线姬鼠这一欧亚大陆广布种外, 对亚洲的姬鼠均未研究过。所以, 要想正确地建立姬鼠属的进化关系, 必须收集 *Alsomys* 亚属 (即亚洲的姬鼠) 的生化数据^[10]。

Mezhzherin 等在分析 8 种姬鼠的 36 个等位酶位点的遗传变异时, 发现大林姬鼠 (*A. peninsulae*) (又名朝鲜姬鼠)、日本大林姬鼠 (*A. speciosus*) 与黑线姬鼠聚成一个类群, 而与小林姬鼠亚属的遗传距离很远, 所以将小林姬鼠亚属和田姬鼠亚属 (包括 *Alsomys*) 作为独立的属^[14]。Suzuki 等分析姬鼠属核 rDNA 间隔区限制性位点分化时, 指出台湾姬鼠和黑线姬鼠关系很近^[15]。Serizawa 等也将台湾姬鼠、日本大林姬鼠、大林姬鼠和黑线姬鼠聚成一类群^[4]。

Musser 等在详细地对比了亚属或种的形态鉴定特征以后, 指出没有证据表明姬鼠类群是由一个以上的属组成, 并提出“在对整个姬鼠类群的系统发育关系修订前, 它们还是应保留在一个属内”的建议^[9], Serzawa 等表示赞同^[4], 我们也认为这一建议是可取的。

1.3 种级及种下阶元的争议

姬鼠属究竟有多少种, 不同学者的观点差异很大, 如 Corbet 认为有 12 种^[11]; 此后, 随着分类研究工作的逐年深入, Corbet 等和 Honacki 等认为有 13 种^[16,17]; Corbet 等认为有 14 种^[18]; Musser 等和 Wilson 等提出有 21 种^[7,9,19]; Nowak 甚至认为有 22 种^[8]。关于中国姬鼠种类, Corbet 和夏武平认为有 6 种, 但组成种类有差异^[1,6]; Musser 等认为有 8 种^[11]; 而 Nowak 认为有 9 种^[8]。至于中国姬鼠的亚种分化, 更是众说纷纭。

1.3.1 长尾姬鼠的分类地位

长期以来, 中国学者们都接受 Corbet 将长尾姬鼠 (*orestes*) 作为中华姬鼠 (*A. drax*

co) (又名龙姬鼠) 亚种的观点^[1,6]。Corbet 等依据其尾很长 (超过头体长 120%) 和体色较淡, 而将其提升到种级地位^[2], 但是 Musser 等、Honacki 和 Musser 等认为它是中华姬鼠的同物异名^[7,9,17]。Nowak 却又将其作为一个有效种^[8]。此后, 蒋学龙对云南无量山区中华姬鼠和长尾姬鼠的比较研究中, 发现二者头体长、尾长、后足长、尾长与头体长比例具极显著差异, 且在无量山有完全重叠分布, 故认为二者是不同种^[20]。刘少英等也提到中华姬鼠指名亚种与西南亚种即长尾姬鼠存在明显的差别^[21]。但是, 我们认为在对它做进一步研究前, 还是将其作为中华姬鼠的亚种较为合适。

1.3.2 高山姬鼠与黑线姬鼠的分类地位

夏武平根据二者在四川和贵州有广泛的同域分布和血清电泳谱差别很大将高山姬鼠 (*A. chevreni*) 又名齐氏姬鼠, 作为独立种^[6], 此前, 大多数学者如 Corbet 一直认为高山姬鼠是黑线姬鼠的亚种^[1]。现在, 除 Honacki 将高山姬鼠作为黑线姬鼠的亚种外^[17], 多数学者都认可高山姬鼠为独立种, 且最近现生近缘种是黑线姬鼠^[2,7,8,9,19]。此后, 刘少英提出二者阴茎形态无差别, 高山姬鼠独立种的分类地位值得怀疑^[21]。

1.3.3 台湾姬鼠的分类地位

许多学者均认为台湾姬鼠是一个独立种, 是台湾特有种^[1,4,7~9,17,19], 现在可能处于濒危状态^[8]。夏武平因未见台湾姬鼠的标本, 而把它作为中华姬鼠的亚种^[6]。Corbet 也指出台湾姬鼠与中华姬鼠接近, 可能是同一种^[1]。Corbet 等把它作为中华姬鼠的亚种, 但持怀疑态度^[18]。Musser 等和 Nowak 将它作为独立种^[7~9]。

1.3.4 对大耳姬鼠的看法

Thomas 认为大耳姬鼠 (*A. latronum*) 是日本大林姬鼠的亚种^[22]。Allen 依据它体长较长和黑色的耳较大, 与日本大林姬鼠不同, 而作为独立种, 而体长倒与黄喉姬鼠很相似^[23]。Ellerman 将它作为黄喉姬鼠的东亚亚种^[24]。Zimmermann 明确鉴定它为一个独特的亚洲种^[15], Corbet 同意此观点^[1]。此后, 除冯祚建等把它作为中华姬鼠的亚种外^[25], 大耳姬鼠分类地位无人变动^[2,7~9,19]。

1.3.5 黑线姬鼠亚种分化问题

夏武平认为黑线姬鼠 (又名田姬鼠) 在中国有 5 个亚种, 即指名亚种 (*A. a. agrarius*)、长江亚种 (*A. a. ningpoensis*)、华北亚种 (*A. a. pallidior*)、东北亚种 (*A. a. mantchuricus*)、台湾亚种 (*A. a. insulaemus*)^[6]。Allen 曾指出华北亚种的体长要比东北亚种小, 但实际上区别很小^[23]; 刘春生指出二者在体重方面差别也是微小的^[26]。Corbet 认为黑线姬鼠长江亚种应包括东北亚种和华北亚种^[1]。赵小凡等比较了山东济南和安徽合肥的黑线姬鼠标本, 发现华北亚种和长江亚种在血清蛋白电泳和血清蛋白 SDS 电泳方面有一定差别^[27]。

刘春生认为华北亚种没有明显的分类特征, 其体背黑线清晰度和体背毛色, 与东北亚种十分近似, 其南缘与长江亚种相似, 故划分中国大陆东部地区黑线姬鼠为 2 个亚种: 东北亚种和长江亚种^[26]。刘少英等也认为黑线姬鼠长江亚种和华北亚种之间阴茎形态无差别, 支持刘春生的观点^[21,26]。

2 姬鼠属的进化历史

不论形态学、等位酶、核 rDNA 间隔区限制性位点、细胞色素 B 基因, 还是核基因

的研究都支持姬鼠属包括几支古老谱系^[4,9,15,28,29]。Serizawa 等认为姬鼠属几个类群大约在 8~10 Mya 发生分歧的，亚洲姬鼠有较长的进化历史，其中的黑线姬鼠类群在 7~8 Mya 开始辐射的；而欧洲谱系相对来说较年轻，在 2~4 Mya 分化的，虽然这些估计还不是很确定，但至少他们研究的 9 种姬鼠的分歧是在第三纪晚期而不是在更新世^[4]，此观点与古生物学家的看法是一致的^[30]。

姬鼠属现生种都栖息在温带阔叶林中，可能其祖先在第一次辐射前，就已形成这种生境嗜好；所以，从第三纪晚期至今它的进化就与植物区系演化及地质变迁息息相关^[4]。第三纪的森林可能在冰川时代仍保留在东亚中部包括日本，所以亚洲的种类很古老，欧洲支系的分化可能与上新世阔叶林的取代有关，它的建群者 (founder) 也许生活在欧洲内或亚洲靠近欧洲的边缘，近代向西迁移，在新的环境里无同缘种或非同缘种不足与之竞争，从而开始了种的分化^[31]。夏武平曾提出，中国的横断山脉地区可能是姬鼠属现代种的发源地之一^[6]，Musser 等赞同此观点^[9]。夏武平曾详细讨论了中日姬鼠的关系^[6]，我们就不赘述了。不过，他认为日本姬鼠有不发达的眶上嵴，而接近大陆的中华姬鼠；但是，许多学者都认为日本姬鼠与所有其它种的亲缘关系可能很远^[4,9,15,32]，日本姬鼠和日本大林姬鼠可能是先后分别迁入日本，才形成了现在的同域分布格局^[4]。

表 1 中国姬鼠名录

Table 1 List of Chinese species of field mice (genus *Apodemus*)

种 Species	亚种 Subspecies
小林姬鼠亚属 Subgenus <i>Sylvaemus</i>	
小林姬鼠 <i>A. sylvaticus</i> (Linnaeus), 1758	北疆亚种 <i>A. s. tscherga</i> (Kastchenko), 1899 南疆亚种 <i>A. s. nankiangensis</i> Wang, 1964 普兰亚种 <i>A. s. bushengensis</i> Zheng, 1979
田姬鼠亚属 Subgenus <i>Apodemus</i>	
黑线姬鼠 <i>A. agrarius</i> (pallas), 1771	指名亚种 <i>A. a. agrarius</i> (Pallas), 1771 台湾亚种 <i>A. a. insulaemus</i> Tokuda, 1941 东北亚种 <i>A. a. manchuricus</i> (Thomas), 1898 长江亚种 <i>A. a. ningpoensis</i> (Swinhoe), 1870
高山姬鼠 <i>A. chevrieri</i> (Milne - Edwards), 1868	
中华姬鼠 <i>A. draco</i> (Barett - Hamilton), 1900	指名亚种 <i>A. d. draco</i> (Barett - Hamilton), 1900 西南亚种 <i>A. d. orestes</i> (Thomas), 1911
大耳姬鼠 <i>A. latronum</i> Thomas, 1911	
大林姬鼠 <i>A. peninsulae</i> (Thomas), 1906	东北亚种 <i>A. p. praetor</i> Miller, 1914 华北亚种 <i>A. p. sowerbyi</i> Jones, 1956 青海亚种 <i>A. p. qinghaiensis</i> Feng, Zheng et Wu, 1983
台湾姬鼠 <i>A. semotus</i> Thomas, 1911	

3 中国姬鼠名录

综上所述，我们认为中国产 2 亚属共 7 个种，其中 3 个单型种，另 4 个多型种分化为 12 个亚种，见表 1。

我们较赞同 Serizawa 等将姬鼠属分为 4 个类群的观点^[4]。中国产两个类群即田姬鼠亚属和小林姬鼠亚属，除小林姬鼠归属小林姬鼠亚属，其余 6 个种都属田姬鼠亚属^[9]。此分类观点与夏武平、刘少英等的观点不同^[6,21]，但是后者的研究种类中未包括小林姬鼠，仅是在 Musser 等定义的田姬鼠类群中进行的讨论^[9]。

目前, 中国姬鼠属的系统学研究明显滞后于国外, 从未有人进行过中国特有种大耳姬鼠、高山姬鼠和主要分布在中国的中华姬鼠的分子系统学研究。而且, 中国姬鼠属的分类确实仍存在许多问题。例如, Musser 等认为中国新疆仅有黑线姬鼠和小眼姬鼠 (*A. uranlensis* = *A. microps*), 且注明小眼姬鼠鉴定为小林姬鼠北疆亚种 (*A. s. tscherga*)^[7,9]。Musser 等还提出大林姬鼠的标本需重新查看, 以解决在系列 (series) 内和系列间形态变异的含义, 大林姬鼠与中华姬鼠的系统发育关系及地理分布重叠程度, 大林姬鼠华北亚种 (*A. p. sowerbyi*) 是否可提升为种, 以及青海亚种 (*A. p. qinghaiensis*) 是否是它的同物异名等^[9]。

今后, 我们不仅要开展中国姬鼠属的分子系统学研究, 而且还要对已鉴定过的标本重新查看和测量, 对新获得或原有的数据用数值和支序两种表型分类方法进行分析, 结合分子系统学研究结果, 构建符合自然历史进程的系统树, 澄清姬鼠属分类上的混乱局面, 揭示其系统演化关系。

参考文献:

- [1] Corbet GB. The mammals of the Palaearctic region: a taxonomic review [M]. London: British Museum (Natural History), 1978. 314.
- [2] Corbet GB, Hill J E. The mammals of the Indomalayan region: a systematic review [M]. Natural History Museum Publications. Oxford: Oxford University Press, 1992. 488.
- [3] Orlov V N, Bulatova N S, Nadjafova R S, Kozlovsky A I. Evolutionary classification of European wood mice of the subgenus *Sylvaemus* based on allozyme and chromosome data [J]. *Bonn Zool Beitr*, 1996, 46: 191.
- [4] Serizawa K, Suzuki H, Tsuchiya K. A phylogenetic view on species radiation in *Apodemus* inferred from variation of nuclear and mitochondrial genes [J]. *Biochemical Genetics*, 2000, 38: 28 - 40.
- [5] Zimmermann K. Die Untergattungen der Gattung *Apodemus* [J]. *Kaup Bonn Zool Beitr*, 1962, 13: 198 - 208.
- [6] 夏武平. 中国姬鼠属的研究及日本种类关系的讨论 [J]. *兽类学报*, 1984, 4 (2): 93 - 98.
- [7] Musser G G, Carleton M D. Rodentia [A]. In: Wilson D E, Reeder D M eds. Mammal species of the world, a taxonomic and geographic reference (Second edition) [C]. Washington and London: Smithsonian Institution Press, 1993. 501 - 755.
- [8] Nowak R M. Mammals of the world (Sixth edition) [M]. Baltimore and London: The Johns Hopkins University Press, 1999. 1499 - 1501.
- [9] Musser G G, Brothers E M, Barleton M D, Hutterer R. Taxonomy and distributional records of Oriental and European *Apodemus*, with a review of the *Apodemus* - *Sylvaemus* problem [J]. *Bonn Zool Beitr*, 1996. 46: 143 - 190.
- [10] Filippucci M G. Allozyme variation and divergence among European, Middle Eastern, and North African species of the genus *Apodemus* (Rodentia, Muridae) [J]. *Isr J Zool*, 1992, 38: 193 - 218.
- [11] Hartl GB, Suchentrunk F, Willing R, Markowski, Ansoerge H. Inconsistency of biochemical evolutionary rates affecting allozyme divergence within the genus *Apodemus* (Muridae: Mammalia) [J]. *Biochem Syst and Ecol*, 1992, 20: 363 - 372.
- [12] Mezhzherin S V, Boyeskorov G G, Vorontsov N N. Genetic relations between European and Transcaucasian mice of the genus *Apodemus* Kaup [J]. *Genetica*, 1992, 28: 111 - 121.
- [13] Suzuki H, Tsuchiya K, Takezaki N. A molecular phylogenetic framework for the Ryukyu endemic rodents *Tokudaia osimensis* and *Diplothrix legata* (Rodentia, Mammalia) [J]. *Mol Phylogenetics Evol*, 2000, 15: 15 - 24.
- [14] Mezhzherin S V, Zikov A E. Genetic divergence and allozyme variability in mice of genus *Apodemus* s. lato (Muridae, Rodentia) [J]. *Cytology and Genetics*, 1991, 25: 51 - 59.
- [15] Suzuki H, Tsuchiya K, Sakaizumi M, Wakana S, Gotoh, Saitou N, Moriaki K, Sakurai S. Differentiation of restriction

- sites in ribosomal DNA in the genus *Apodemus* [J] . *Biochem Genetics* , 1990 , 28 : 137 - 149.
- [16] Corbet GB , Hill J E . A world list of mammalian species [M] . London : British Museum (Natural History) , 1980. 226.
- [17] Honacki J H , Kinman K E , Koeppl J W . Mammal species of the world : A taxonomic and geographic reference [M] . Kansas : Allen Press , Inc. and the Association of Systematics Collections , Lawrence , 1982. 507 - 508.
- [18] Corbet GB , Hill J E . A world list of mammalian species (Third edition) [M] . London : British Museum (Natural History) , 1991. 243.
- [19] Wilson D E , Cole F R . Common names of mammals of the world [M] . Washington and London : Smithsonian Institution Press , 2000. 126.
- [20] 蒋学龙 , 王应祥 . 长尾姬鼠分类地位的探讨 [J] . 动物学研究 , 2000 , 21 (6) : 473 - 478.
- [21] 刘少英 , 冉江洪 , 林强 . 四川及重庆产五种姬鼠的阴茎形态学 . 软体结构的分类学意义探讨 [J] . 兽类学报 , 2000 , 20 (1) : 48 - 57.
- [22] Thomas O . Mammals collected in the provinces of Szechwan and Yunnan , Western China , by Mr. Malcolm Anderson , for the Duke of Bedford s exploration of Eastern Asia [J] . *Abstracts Proc Zool Soc Lond* , 100 : 1911 , 48 - 50.
- [23] Allen G.M . The mammals of China and Mongolia [M] . New York : Natural history of Central Asia , American Museum of Natural History , 1940. 621 - 1350.
- [24] Ellerman J R . The fauna of India including Pakistan , Burma and Ceylon . Mammalia . Rodentia (Second edition) [M] . Calcutta : Manager of Publications , Zoological , Survey of India , 1961. 483 - 884.
- [25] 冯祚建 , 蔡桂全 , 郑昌琳 . 西藏哺乳类 [M] . 北京 : 科学出版社 , 1986. 330 - 340.
- [26] 刘春生 , 吴万能 , 郭世坤 , 孟冀辉 . 中国大陆东部地区田姬鼠亚种分化研究 [J] . 兽类学报 , 1991 , 11 (4) : 294 - 299.
- [27] 赵小凡 , 卢浩泉 . 田姬鼠华北亚种与长江亚种几项生化指标的比较观察 [J] . 兽类学报 , 1986 , 6 (1) : 57 - 62.
- [28] Bonhomme F , Iskandar D , Thaler L , Petter F . Electromorphs and phylogeny in Muroid rodents [A] . In : Lockett W P , Hartenberger J L eds . Evolutionary Relationships Among Rodents : A Multidisciplinary Analysis [C] . New York and London : Plenum Press , 1985. 671 - 683.
- [29] Cheimina G N , Suzuki H , Tsuchiya K , Mriwaki K , Lyapunova E A , Vorontsov N N . Sequencing of the mtDNA cytochrome b gene and reconstruction of the maternal relationships of wood and field mice of the genus *Apodemus* (Muridae , Rodentia) [J] . *Russ J Genet* , 1998 , 34 : 529.
- [30] Suarez E , Mein P . Revision of the genera *Parapodemus* , *Apodemus* , *Rhagamys* and *Rhagapodemus* (Rodentia , Mammalia) [J] . *Geobios* , 1998 , 31 : 87.
- [31] Mielke H W . Patterns of Life : Biogeography of a Changing World [M] . Boston : Unwin Hyman , 1989.
- [32] Saitoh M , Matsuoka N , Obara Y . Biochemical systematics of three species of the Japanese long-tailed field mice : *Apodemus speciosus* , *A. gilivatus* and *A. argenteus* [J] . *Zool Sci* , 1989 , 6 : 1005 - 1018.

A REVIEW OF THE PHYLOGENETIC STUDY ON THE GENUS APODEMUS OF CHINA

LIU Xiaoming WEI Fuwen LIMing FENG Zuojian

(Institute of Zoology , the Chinese Academy of Sciences , Beijing , 100080)

Abstract : Species of field mice (genus *Apodemus*) are widely distributed in Europe , Asia and many nearby islands . Since molecular biological techniques are applied in the phylogeny of the genus *Apodemus* , many excellent results have been achieved especially in recent few years . But the phylogeny and the taxonomy of this genus remain controversial .

The new progresses as well as some different opinions are reviewed. The authors also list Chinese species of field mice (genus *Apodemus*). And some suggestions about further systematic study are briefly mentioned in the paper.

Key words: *Apodemus*; Systematics; Cytochrome b; rDNA

(上接第 73 页)

- [2] 增井光子. 有关大熊猫的蛋白代谢之讨论 [A]. 见: 张安居, 何光昕主编. 成都国际大熊猫保护学术研讨会论文集 [C]. 成都: 四川科学技术出版社, 1994. 270 - 278.
- [3] 邹兴淮, 王爱民, 邹琦. 大熊猫消化代谢实验 [A]. 见: 张安居, 何光昕主编. 成都国际大熊猫保护学术研讨会论文集 [C]. 成都: 四川科学技术出版社, 1994. 284 - 289.
- [4] 邹兴淮, 王永文, 陈玉村. 大熊猫常规饲料消化能的研究 [A]. 见: 中国濒危动物进出口管理办公室主编. 中国濒危经济野生动物驯养繁殖 [C]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1997. 45 - 507.
- [5] 张贵权, 汤纯香, 陈猛. 人工哺育大熊猫仔兽“绿地”消化率的测定 [A]. 见: 中国濒危动物进出口管理办公室主编. 中国濒危经济野生动物驯养繁殖 [C]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1997. 79 - 81.
- [6] 王宝宣, 冯清茂, 李淑范. 人工饲养大熊猫日粮和粪氨基酸模式 [C]. 见: 中国濒危动物进出口管理办公室主编. 中国濒危经济野生动物驯养繁殖 [A]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社. 1997. 97 - 99.
- [7] 中国农业科学院畜牧研究所、中国动物营养研究会编. 中国饲料成分及营养价值表 [M]. 北京: 农业出版社, 1985. 36 - 42, 226 - 256.
- [8] 中国预防医学科学院, 营养与食品卫生研究所编著. 食物成分表 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1991. 72 - 92, 164 - 174.

王爱民 (上海大学生命科学学院, 上海, 200436)

WANG Aimin (*Life School of Shanghai University, Shanghai, 200436*)

张贵权 (卧龙保护大熊猫研究中心, 汶川, 623006)

ZHANG Guiquan (*WoLong Conservation and Research Center for Giant Pandas, Wenchuan, 623006*)