

我国东北地区发现姬鼯鼯分布

刘铸^① 张隽晟^① 孙悦欣^② 杨茜^① 金志民^{①③}

① 牡丹江师范学院生命科学与技术学院 牡丹江 157011; ② 辽宁省新宾县疾病预防控制中心 新宾 113200;

③ 东北林业大学野生动物资源学院 哈尔滨 150040

摘要: 2014年在黑龙江省横道河子地区(44°48'44"N, 129°02'04"E, 海拔约740 m)采集到1只鼯鼯(标本编号为CH5)。2015年在内蒙古自治区达赉湖地区(48°37'20"N, 117°53'17"E, 海拔约720 m)采集2只鼯鼯(标本编号为DE7和DE12)。这些新获标本经鉴定为姬鼯鼯(*Sorex minutissimus*)。《小鼯鼯(食虫目: 鼯鼯科)辽宁省新纪录》文中的标本(080910, 090920)经重新鉴定也为姬鼯鼯。利用mtDNA的Cyt b基因全序列构建系统进化树, 结果揭示, 小鼯鼯聚为一支, 姬鼯鼯聚为另一支, 新获标本(CH5、DE7、DE12)和待厘定标本(080910、090920)都聚在姬鼯鼯一支, 进一步支持形态学鉴定结果。2015年采集的姬鼯鼯为内蒙古自治区新纪录, 而《小鼯鼯(食虫目: 鼯鼯科)辽宁省新纪录》文中的小鼯鼯(*Sorex minutus*) (标本号: 080910, 090920)更正为辽宁省姬鼯鼯新纪录。

关键词: 食虫目; 鼯鼯属; 小鼯鼯; 姬鼯鼯; 新纪录

中图分类号: Q959 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2017) 03-514-07

New Locations of *Sorex minutissimus* Was Found in Northeast China

LIU Zhu^① ZHANG Jun Sheng^① SUN Yue-Xin^② YANG Xi^① JIN Zhi-Min^{①③}

① College of Life Science and Technology, Mudanjiang Normal University, Mudanjiang 157011; ② Xinbin County Center for Disease Prevention and Control, Xinbin 113200; ③ College of Wildlife Resources, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China

Abstract: One specimen (CH5) was trapped at Hengdaohezi region (44°48'44"N, 129°02'04"E, altitude 740 m) in 2014 in Heilongjiang Province, China. Two more specimens (DE7, DE12) were trapped in 2015 in Dalai Lake region (48°37'20"N, 117°53'17"E, altitude 720 m) in Inner Mongolia Autonomous, China. The three specimens (CH5, DE7, DE12) were identified as *Sorex minutissimus* (Table 1 and Fig. 1). Two specimens (080910, 090920) that was collected in Laoning Province and recognized as Insectivora, Soricidae were corrected as *S. minutissimus* (Table 1 and Fig. 2) by the phylogenetic tree constructed by the complete sequence of mitochondrial cytochrome *b* gene. The specimens (CH5, DE7, DE12) and specimens (080910, 090920) were gathered together in the branch of *S. minutissimus* (Fig. 3). The result supported morphology results further in this study. The specimens (DE7, DE12) of *S. minutissimus* are considered as a new record in the mammalian fauna of Inner Mongolia Autonomous. The specimens (080910, 090920) are corrected as the

基金项目 牡丹江师范学院博士科研启动基金项目 (No. MNUB201404), 黑龙江省教育厅备案项目 (No. 1351MSYYB009), 牡丹江师范学院国家级重点创新预研项目 (No. GY2014001);

第一作者介绍 刘铸, 男, 博士; 研究方向: 动物保护及分子生态学; E-mail: liuzhu590@sohu.com.

收稿日期: 2016-08-19, 修回日期: 2016-12-10 DOI: 10.13859/j.cjz.201703018

new record of *S. minutissimus* to the mammalian fauna of Liaoning Province, too.

Key words: Insectivora; *Sorex*; *S. minutus*; *S. minutissimus*; New record

小鼯䟽 (*Sorex minutus*) 和姬鼯䟽 (*S. minutissimus*) 都隶属于食虫目 (Insectivora) 鼯䟽科 (Soricidae) 鼯䟽属。鼯䟽属是广泛分布于亚洲北部、欧洲和北美洲的一个属。小鼯䟽广泛分布于古北区西部, 从欧洲西部向东到叶尼塞河和贝加尔湖, 南到阿尔泰山脉和天山山脉 (Wilson et al. 2005)。姬鼯䟽分布于从挪威、瑞典和爱沙尼亚的泰加林到西伯利亚的东部, 萨哈林岛、北海道、蒙古国、中国和韩国南部 (Wilson et al. 2005)。鉴于《小鼯䟽 (食虫目: 鼯䟽科) 辽宁省新纪录》(孙悦欣 2010) 一文中 2 个小鼯䟽标本 (标本号: 080910 和 090920, 后称待厘定标本) 的采集地辽宁省新宾县岗山林场并非小鼯䟽典型分布范围, 并且文中 2 个小鼯䟽标本形态学描述与姬鼯䟽很接近 (马逸清 1986, Hoffmann 1987, Smith 等 2009), 为此, 作者在东北地区进一步对姬鼯䟽进行取样, 对 2 个待厘定标本进行进一步物种分类地位研究。

将全部标本的形态学特征和分子生物学数据, 与有关文献中提供的相关数据比对, 表明它们确为姬鼯䟽, 属于该种在辽宁省和内蒙古自治区新纪录。

1 材料与方法

1.1 研究标本

利用陷阱法, 2014 年 7 月在黑龙江省横道河子地区 (44°48'44"N, 129°02'04"E, 海拔约 740 m) 采集到 1 只鼯䟽, 标本编号为 CH5。2015 年 8 月在内蒙古自治区达赉湖地区 (48°37'20"N, 117°53'17"E, 海拔约 720 m) 采集到 2 只鼯䟽, 标本编号为 DE7 和 DE12。上述 3 号标本后简称新获标本, 以及《小鼯䟽 (食虫目: 鼯䟽科) 辽宁省新纪录》(孙悦新 2010) 一文中获 2 号标本 (081910 和 090920, 称待厘定标本)。

1.2 外形及头骨量度

在对研究标本进行观察研究前, 先进行体重称重 (MP3002 电子天平, 上海恒平科学仪器有限公司, 精确至 0.01 g) 和头体长、尾长、后足长及耳高等外形数据测量 (500-196-30 电子数显卡尺, 三丰, 精确至 0.01 mm)。利用电子数显卡尺测量标本头骨 10 个数据, 包括颅全长 (greatest length of skull, GLS)、颅基长 (condyloincisive length, CIL)、基长 (basal length, BL)、脑颅宽 (cranial breadth, CB)、脑颅高 (height of the braincase, BH)、眶间宽 (interorbital breadth, IOB)、腭长 (palate length, PL)、上齿列长 (upper tooth row length, UTRL)、下齿列长 (length of mandibular tooth row, LTRL)、额骨间宽 (maxillary width, MW), 均在标本剥皮, 并除掉头骨上的肌肉后测量。颅全长、基长、下齿列长、腭前部宽和腭后部宽采用杨奇森等 (2005, 2007) 方法测量, 其余指标采用 Hoffmann (1987) 方法测量, 测量精度为 0.01 mm。将实测数据 (表 1) 与有关文献 (马逸清 1986, Hoffmann 1987, Yudin 1989, Smith 等 2009) 中提供的相关数据比对, 进行物种鉴定。

1.2 分子生物学实验及数据处理

新获标本和待厘定标本的肌肉组织利用酚-氯仿法提取基因组 DNA。mtDNA 的 Cyt *b* 基因全序列 PCR 反应体系为 50 μ l, 含 200 μ mol/L 的 dNTP, 引物 (L14724/H15915) 各 10 pmol (Irwin et al. 1991), 1.5 mmol/L 的 MgCl₂, Taq DNA 聚合酶 2.5 U (大连宝生物工程有限公司), 模板 250 ng。扩增程序为, 94°C 3 min; 94°C 45 s, 50°C 50 s, 72°C 45 s, 30 个循环; 72°C 7min, 4°C 保存。PCR 扩增产物经纯化回收, 进行测序。

从 GenBank 下载姬鼯䟽和小鼯䟽的 Cyt *b* 基因全序列。姬鼯䟽序列包括挪威样本

(AB668151)、芬兰样本 (AB668145)、俄罗斯样本 (AB668134)、蒙古样本 (AB668122) 和日本样本 (AB668109) (Ohdachi et al. 2012)。小鼯鼠序列包括意大利样本 (AB175133) 和俄罗斯样本 (AB175132)。实验获得序列连同 GenBank 下载序列使用 DNASTAR 软件包的 EditSeq 进行序列编辑, 再利用 Clustal W 软件进行序列聚类比对。以大麝鼯 (*Crocidura lasiura*) Cyt *b* 序列 (AB077072) 为外群, 利用 MEGA 5.05 的邻接法 (neighbour-joining, NJ) 构建带有 bootstrap 检测值的系统进化树 (Tamura et al. 2011)。

2 结果

2.1 形态学指标和描述

研究发现, 新获标本的体型小, 身体细长, 吻部尖, 吻部略上昂, 眼小, 耳廓藏于头部绒毛中, 标本 CH5、DE7 和 DE12 的头体长分别

为 45.15 mm、39.95 mm 和 43.09 mm, 尾部较长, 尾长长于体长之半, 尾长分别为 32.64 mm、29.07 mm 和 30.99 mm, 尾长与头体长的比例分别为 0.72、0.73 和 0.72。四肢纤细, 前后肢均具五指 (趾), 指 (趾) 端具细爪。身体被细而柔软的绒毛, 富有光泽。尾部被毛短而密, 尾端具毛束。具体形态指标见表 1。自吻部至躯干背面均呈较深棕灰色。躯体腹面自颈到尾基部略较体背毛色浅淡, 呈棕灰色。尾部明显两色, 尾部背面浅棕灰色, 腹面呈白黄色。

头骨的外形较为纤细, 呈狭长三角形。吻部尖长, 眶前孔较大, 近圆形, 位于第三臼齿及第一臼齿之间的上方。脑颅宽大, 略呈椭圆形 (图 1a), 脑颅高超过颅宽之半, 矢状脊和人字脊可见, 但并不发达 (图 1a)。下颌骨纤细, 冠状突 (喙突) 较高, 关节突较小, 角突很纤细 (图 1b)。

上颌前门齿较大, 具一小的后尖和较大的

表 1 标本的外形和头骨量度

Table 1 The measurements of specimens studied

	新获标本 Newly obtained specimens			待厘定标本 Pending specimens	
	CH5	DE7	DE12	080910	090920
体重 Body weight (BW)	2.43	1.68	1.82	1.75	1.70
头体长 Head and Body length (HB)	45.15	39.95	43.09	41.00	47.00
尾长 Tail length (TL)	32.64	29.07	30.99	34.50	33.00
后足长 Hind feet length (HF)	8.43	6.90	8.98	9.30	10.00
耳高 Ear length (EL)	1.47	1.45	1.56	3.70	3.20
颅全长 Greatest length of skull (GLS)	13.35	13.12	13.83		15.10
颅基长 Condylolincisive length (CIL)	12.64	12.60	12.95		13.80
基长 Basal length (BL)	10.74	11.55	11.96		13.00
脑颅宽 Cranial breadth (CB)	6.69	6.32	6.50		6.50
脑颅高 Height of the braincase (BH)	3.96	3.58	3.77		3.70
眶间宽 Interorbital breadth (IOB)	2.78	1.82	2.11		2.65
腭长 Palate length PL	5.28	4.80	5.04		5.30
上齿列长 Upper tooth row length (UTRL)	5.77	5.29	5.56		6.15
下齿列长 Length of mandibular tooth row (LTRL)	5.01	4.78	5.04	5.40	5.40
额骨间宽 Maxillary width (MW)	3.45	2.78	3.12		3.40

体重单位: g, 长度单位: mm。Body weight: g, measure: mm.

待厘定标本数据来自孙悦欣 (2010)。Data of Pending specimens from Sun (2010).

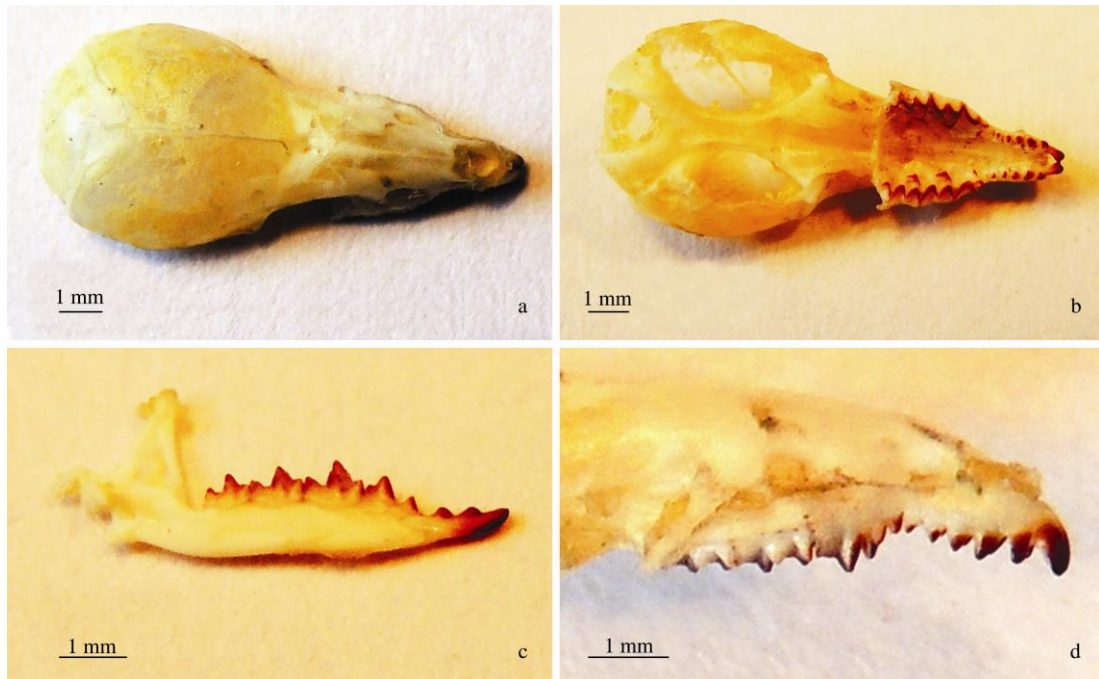


图 1 新采集的姬鮡鮡头骨 (DE12)

Fig. 1 Skull of *Sorex minutissimus* (DE12)

a. 上颌背面观; b. 上颌腹面观; c. 下颌齿侧面; d. 上颌齿侧面。

a. Dorsal view of the maxilla; b. Ventral view of the maxilla; c. Lateral aspect of tooth of the mandible; d. Lateral aspect of tooth of the maxilla.

前尖, 前尖发达, 后尖高度明显低于前尖。单尖齿的特征是从前向后逐一渐小, 第五单尖齿微小 (图 1d)。单尖齿整体形态表现为排列疏松, 高度较高, 每个单尖齿高度大于宽度 (图 1d)。前臼齿 1 枚, 为臼齿状, 内前尖较明显, 染栗色。臼齿 3 枚, 第 1、2 上臼齿具发达的齿冠, 外侧有排列呈“W”形的齿冠, 内侧原尖明显, 后尖不明显。第 3 上臼齿小, 近半圆形, 前尖大, 原尖小。下颌门齿平直, 突出吻前, 有 4 个尖齿和 3 个较浅的缺刻, 第四齿尖微小, 尖齿皆稍染栗色 (图 1c)。犬齿小, 接近前臼齿高的 1/2 (图 1c)。前臼齿原尖明显低于前尖, 未见后尖 (图 1c)。第一、二臼齿发达, 第一臼齿略大于第二臼齿, 第三臼齿最小 (图 1c)。

待厘定标本的形态学指标列于表 1 (孙悦欣 2010), 上颌侧面图见图 2 (孙悦欣 2010), 与新获标本形态学指标基本一致, 090920 标本的头体长和颅全长较大, 并且上颌单尖齿大小

存在明显不一致, 表现为第二单尖齿小于第一、三单尖齿 (图 2)。

2.2 基于形态学确定标本的物种分类地位

在检索表中, 姬鮡鮡区别于包括小鮡鮡的其他鮡鮡种类的描述为, 体型很小, 尾长小于或等于 32 mm, 颅全长小于 15 mm (Hoffmann 1987, Smith 等 2009)。新获标本 (CH5, DE7,



图 2 待厘定 090920 号标本上颌齿侧面

(孙悦欣 2010)

Fig. 2 Lateral aspect of anterior portion of tooth of specimen No. 090920 (Sun 2010)

DE12) 基本符合上述姬鼯鼯的分类地位特征。

将 2 个待厘定标本 (080910, 090920) 根据形态学标准确定其物种地位为姬鼯鼯主要原因有 4 方面: 姬鼯鼯为欧亚大陆最小的鼯鼯, 体重 1.4 ~ 2.9 g (Smith 等 2009), 小鼯鼯的体重 3 ~ 5 g (马逸清 1986), 标本 080910 和 090920 的体重分别为 1.75 g 和 1.70 g (表 1), 位于姬鼯鼯体重范围内, 姬鼯鼯体长 39 ~ 55 mm (Smith 等 2009), 平均值为 44.94 mm (Yudin 1989), 小鼯鼯的体长 46 ~ 52 mm (Smith 等 2009), 平均值为 52.19 mm (Yudin 1989), 标本 080910 的体长 41 mm (表 1), 不在小鼯鼯的体长范围, 而在姬鼯鼯体长范围, 待厘定标本 090920 体长更加接近于姬鼯鼯体长平均值, 因此符合检索表中描述体型很小; 尽管姬鼯鼯检索表中描述尾长小于或等于 32 mm, 但在鉴别特征中尾长范围为 20 ~ 35 mm (Smith 等 2009), 小鼯鼯的尾长范围 35 ~ 36 mm (Smith 等 2009), 标本 080910 的尾长 34.5 mm (表 1), 标本 090920 的尾长为 33.0 mm (表 1), 在姬鼯鼯尾长范围, 不在小鼯鼯的尾长范围; 标本 090920 的颅全长 15.1 mm, 尽管与姬鼯鼯检索表中描述的颅全长小于 15 mm 略不符, 但检索表中小鼯鼯分支明确指出颅全长范围 15.5 ~ 18.5 mm, 不在小鼯鼯颅全长分类范围, 姬鼯鼯的颅基长平均值为 13.34 mm (Yudin 1989), 小鼯鼯的颅基长平均值为 15.13 mm (Yudin 1989), 标本 090920 的颅基长为 13.80 mm (表 1), 更加接近于姬鼯鼯的颅基长平均值; 待厘定标本与小鼯鼯最相近的特征是上颌第二单尖齿小于第一、三单尖齿 (图 2), 但姬鼯鼯在检索表中, 处于检索表上部, 未经比对单尖齿特征, 已经被检索出, 在小鼯鼯的检索表中单尖齿的整体描述为未磨损的上单尖齿基部长于高度 (Hoffmann 1987, Smith 等 2009), 但在标本 090920 中 (图 2), 单尖齿的整体形态与小鼯鼯的单尖齿的整体描述不符, 符合姬鼯鼯新获标本单尖齿的整体形态, 即单尖齿整体形态表现为排列疏松, 高度

较高, 每个单尖齿高度大于宽度 (图 1d)。

2.3 基于分子生物学确定标本的物种分类地位

新获标本 (CH5, DE7, DE12) 和待厘定标本 (080910, 090920) 的 Cyt *b* 基因全序列长度为 1 140 bp。结合 GenBank 下载的姬鼯鼯和小鼯鼯 Cyt *b* 基因全序列, 构建系统进化树 (图 3)。系统进化树中除了大鼯鼯外, 分成两大分支, 明显表现出两个物种的分化, 小鼯鼯聚为一支, 姬鼯鼯聚为一支, 新获标本和待厘定标本都聚在姬鼯鼯一支, 分子生物学研究认为待厘定标本为姬鼯鼯, 进一步支持本研究形态学研究结果。姬鼯鼯一支分为两大分支, 置信度为 100, 可见两大分支分化较为明显。

3 讨论

姬鼯鼯为欧亚大陆最小的鼯鼯, 因此明显小于小鼯鼯, 实际《小鼯鼯 (食虫目: 鼯鼯科) 辽宁省新纪录》一文的讨论中发现标本 (080910, 090920) 明显小于西藏和甘肃的小鼯鼯标本 (孙悦欣 2010), 也小于俄罗斯伊尔库茨克和贝加尔的小鼯鼯标本 (孙悦欣 2010, Rzebiak-Kowalska 2007)。小鼯鼯这个物种在古北区是呈现出低纬度地区和高温地区小鼯鼯的个体大小要大于高纬度地区和低温地区的个体大小, 与贝格曼规律 (Bergmann's rule) 呈负相关性 (Ochocinska et al. 2003)。辽宁省纬度远远低于俄罗斯伊尔库茨克和贝加尔的纬度。待厘定标本 (080910, 090920) 明显小于俄罗斯伊尔库茨克和贝加尔的小鼯鼯标本, 进一步说明其分类地位不属于小鼯鼯。

细鼯鼯 (*S. gracillimus*) 与姬鼯鼯在东北亚地区存在同域分布 (Wilson et al. 2005), 并且在分类上细鼯鼯曾经作为小鼯鼯的一个亚种 (Yudin 1965), 后来细鼯鼯作为独立物种被广泛接受 (Ohdachi et al. 2001)。细鼯鼯与姬鼯鼯的形态特征存在一定的差异, 细鼯鼯具有较长的体型、尾部和颅骨 (刘铸等 2016a)。单尖齿的整体形态是一个重要指标, 可以通过观察和

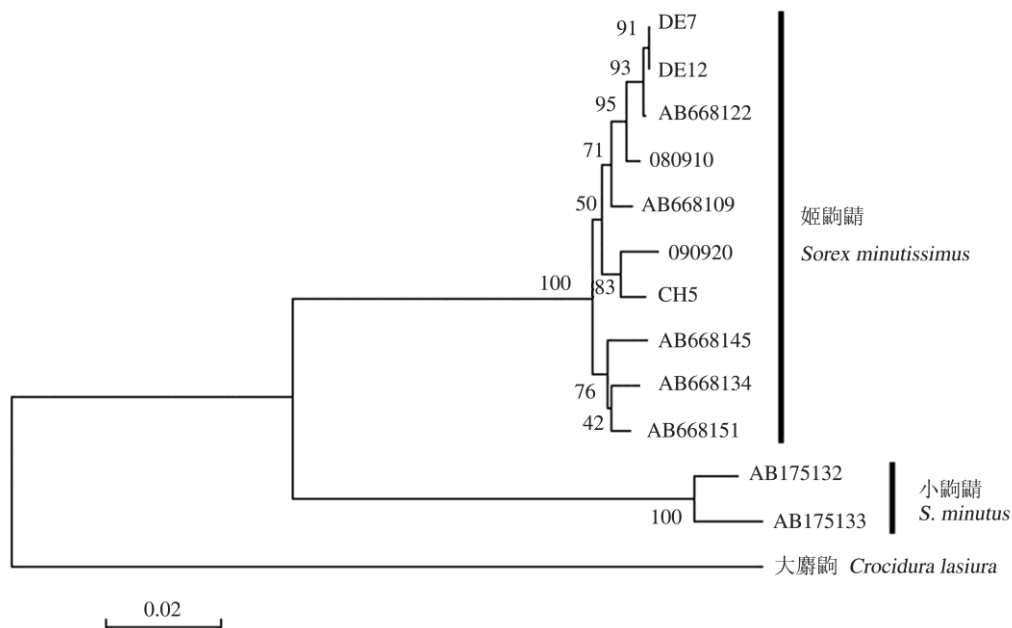


图 3 基于 Cyt b 基因构建的姬鼯䟽和小鼯䟽的 NJ 系统进化树

Fig. 3 Phylogenetic tree of the *Sorex minutissimus* and *S. minutus* inferred from NJ based on the Cyt b gene

测量单尖齿的基部宽度与单尖齿高度的关系来衡量这个指标，表现出两种整体形态。一种为整体形态表现为排列紧密，高度较低，每个单尖齿宽度大于高度，小鼯䟽和细鼯䟽的单尖齿整体形态属于此类（Hoffmann 1987，刘铸等 2016a）。另一种为整体形态表现为排列疏松，高度较高，每个单尖齿高度大于宽度，姬鼯䟽和扁颅鼯䟽（*S. roboratus*）的单尖齿整体形态属于此类（Hoffmann 1987，刘铸等 2016b）。

姬鼯䟽很特殊，在我国的甘肃、青海、四川和西藏可能存在隔离种群，该物种分化十分明显，至少有 16 个亚种被描述过（Smith 等 2009），基于核基因的研究显示其与小鼯䟽有较近的系统发生关系（Bannikova et al. 2005），基于 mtDNA 的报道，其与本州鼯䟽（*S. hosonoi*）具有较近的系统发生关系（Willows-Munro et al. 2011）。有的报道认为，分布于北美的类群为一个物种，命名为 *S. yukonicus*（Dokuchaev 1997），而基于分子生物学水平的研究支持全北区该类群为一个物种（Hope et al. 2010）。本研究构建的系统进化树姬鼯䟽一支可分为两个分支，一

个分支来自于欧亚大陆西部，由来自于挪威、芬兰和俄罗斯的样本构成，另外一个分支来自于欧亚大陆东部，由日本、蒙古以及我国内蒙古自治区、黑龙江和辽宁省样本构成，可见该物种在欧亚大陆东西之间存在较为明显的分化。两分支内部存在置信度较低的分化，推测两分支内部各地间的姬鼯䟽分化不明显。Stroganov（1957）将原苏联姬鼯䟽分为 2 个亚种：指名亚种（*S. m. minutissimus*）和滨海亚种（*S. m. tscherskii*），指名亚种分布于原苏联欧洲部分的中部和东部地区，以及西伯利亚向东到叶尼塞河流域和贝加尔地区，滨海亚种分布于原苏联亚洲部分的滨海区、萨哈林岛等（Stroganov 1957）。本研究新获标本的黑龙江省标本（CH5）比内蒙古自治区标本（DE7，DE12）略大，但尾长与体长的比例两地无明显区分。新获标本和待厘定标本的头体长、尾长，以及尾长与体长的比例都明显大于姬鼯䟽指名亚种，更加接近于滨海亚种，整体表现为略大于滨海亚种（Stroganov 1957）。我国的东北分布的姬鼯䟽很可能是滨海亚种，这个亚种归属

与上述分子生物学研究结果较为一致。

姬鼯鼯分布区域的东南边缘在我国的东北 (Hoffmann 1987), 截至目前在我国东北只见 1913 年在黑龙江东部临近兴凯湖地域一个记录, 即 *S. m. tscherskii* Ognev, 1913 (王应祥 2003, Smith 等 2009)。由于其个体很小, 很难捕捉到和观察到, 普通铗捕法很难获得, 对其生物学信息所知甚少 (Smith 等 2009)。在我们进行的东北地区鼯鼯科物种调查中, 获得 184 个鼯鼯标本, 其中只有本研究阐述的 3 个标本 (CH5, DE7, DE12) 是姬鼯鼯, 显然姬鼯鼯在我东北地区的分布甚少。

参 考 文 献

- Bannikova A A, Kramerov D A. 2005. Molecular phylogeny of Palearctic shrews inferred from RFLP and IS PCR data. *Advances in the Biology of Shrews*, 2(1): 87–98.
- Dokuchaev N E. 1997. A new species of shrew (Soricidae, Insectivora) from Alaska. *Journal of Mammalogy*, 78(3): 811–817.
- Hoffmann R S. 1987. A review of the systematics and distribution of Chinese red-toothed shrews (Mammalia: Soricinae). *Acta Theriologica Sinica*, 7(2): 100–139.
- Hope A G, Waltari E, Dokuchaev N E, et al. 2010. High-latitude diversification within Eurasian least shrews and Alaska tiny shrews (Soricidae). *Journal of Mammalogy*, 91(5): 1041–1057.
- Irwin D M, Kocher T D, Wilson A C. 1991. Evolution of the Cytochrome *b* gene of mammals. *Molecular Evolution*, 32(2): 128–144.
- Ochocinska D, Taylor J R E. 2003. Bergmann's rule in shrews: geographical variation of body size in Palearctic *Sorex* species. *Biological Journal of the Linnean Society*, 78(3): 365–381.
- Ohdachi S D, Dokuchaev N E, Hasegawa M, et al. 2001. Intraspecific phylogeny and geographical variation of six species of northeastern Asiatic *Sorex* shrews based on the mitochondrial cytochrome *b* sequences. *Molecular Ecology*, 10(9): 2199–2213.
- Ohdachi S D, Yoshizawa K, Hanski I, et al. 2012. Intraspecific phylogeny and nucleotide diversity of the least shrews, the *Sorex minutissimus*-*S. yukonicus* complex, based on nucleotide sequences of the mitochondrial cytochrome *b* gene and the control region. *Mammal Study*, 37(4): 281–297.
- Rzebiak-Kowalska B. 2007. New data on Soricomorpha (Lipotyphla, Mammalia) from the Pliocene and Pleistocene of Transbaikalia and Irkutsk Region (Russia). *Acta Zoologica Cracoviensia Series A: Vertebrata*, 50(1/2): 15–48.
- Stroganov S U. 1957. *Zveri Sibiri. Nasekomoyadnye (Mammals of Siberia: Insectivores)*. Moscow: Akad. Nauk SSSR.
- Tamura K, Peterson D, Peterson N, et al. 2011. MEGA5: molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. *Molecular Biology and Evolution*, 28(10): 2731–2739.
- Wilson D E, Reeder D A M. 2005. *Mammal Species of the World: a Taxonomic and Geographic Reference*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Willows-Munro S, Matthee C A. 2011. Exploring the diversity and molecular evolution of shrews (family Soricidae) using mtDNA cytochrome *b* data. *African Zoology*, 46(2): 246–262.
- Yudin B S. 1965. *New, Poorly Known Species in the Fauna of Siberia*. Novosibirsk: Sib. Otd. Akad. Nauk SSSR.
- Yudin B S. 1989. *Insectivore Mammals of Siberia*. Novosibirsk: Nauka.
- 刘铸, 解瑞雪, 刘欢, 等. 2016a. 黑龙江省横道河子地区发现细鼯鼯 (食虫目: 鼯鼯科). *动物学杂志*, 51(3): 487–491.
- 刘铸, 杨茜, 解瑞雪, 等. 2016b. 扁颅鼯鼯 (*Sorex roboratus*) 在中国分布的证实. *兽类学报*, 36(4): 459–463.
- 马逸清. 1986. *黑龙江省动物志*. 哈尔滨: 黑龙江人民出版社.
- Smith A, 解焱. 2009. *中国兽类野外手册*. 长沙: 湖南教育出版社.
- 孙悦欣. 2010. 小鼯鼯 (食虫目: 鼯鼯科) 辽宁省新纪录. *动物学杂志*, 45(4): 171–172.
- 杨奇森, 夏霖, 冯祚建, 等. 2007. 兽类头骨测量标准 V: 食虫目、翼手目. *动物学杂志*, 42(2): 56–62.
- 杨奇森, 夏霖, 马勇, 等. 2005. 兽类头骨测量标准 I: 基本量度. *动物学杂志*, 40(3): 50–56.
- 王应祥. 2003. *中国哺乳动物种和亚种分类名录与分布大全*. 北京: 中国林业出版社.