

哺乳动物对气候变化响应的研究热点演变分析

——基于动物学记录 (Zoology Record) 的文献计量分析

陈春^{1*} 罗晓燕² 刘明²

(1 中国科学院兰州文献情报中心, 兰州 730000) (2 中国科学院西北高原生物研究所, 西宁 810001)

摘要: 利用 Thomson Data Analysis 软件对 Zoology Record 数据库中收录的 1 942 篇哺乳动物对气候变化响应领域的期刊论文做了重点分析。以关键词为核心分析了不同哺乳动物物种、不同地质年代的研究热点分布和研究热点演变, 以及 2001–2005 年、2006–2010 年、2011–2015 年 3 个年代段中的研究热点的演变规律。结果显示: 进入 2000 年以后, 该领域文献呈现逐年递增; 研究热点显示出了较强的物种相关性; 不同地质年代对应的物种研究有细微变化; 3 个文献发表年代段的研究热点显示出了该领域的热点演变规律。

关键词: 文献计量分析; 哺乳动物; 气候变化; 研究热点; Zoology Record

中图分类号: Q958

文献标识码: A

文章编号: 1000–1050 (2017) 01–0109–06

Analysis of mammalian responses to climate change based on Zoology Record Database

CHEN Chun^{1*}, LUO Xiaoyan², LIU Ming²

(1 Lanzhou Branch of the National Science Library, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China)

(2 Northwest Plateau Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China)

Abstract: Journal articles on research field of mammals respond to climate change were analyzed using the Thomson Data Analysis based on Zoology Record Database. Development trajectory of research on the field from different mammalian species, different geological times, research hotspot distribution and evolution of research focus of difference periods were analyzed. The field of mammals respond to climate change is rapidly developing from 2000y. There is strong response relationship between the research hotspot and species of mammals. Different species of mammals corresponding geological time were showed subtle changes. Some new research hotspot presented frequently are population dynamics, conservation, arctic ecology instead of fossil assemblages and evolution in last 5a.

Key words: Bibliometric analysis; Climate change; Mammalian; Research hotspot; Zoology record database

Mammal Species of the World (3rd Edition), (Wilson and Reeder, 2005) 公布的哺乳纲有约 5 676 个不同物种, 分布在 1 229 个属, 153 个科和 29 个目, 约占脊索动物门的 10%, 地球所有物种的 0.4%。中国已知的哺乳动物约有 673 种, 分布在 245 属、55 科、12 目 (蒋志刚等, 2015)。随着人类捕杀以及气候变化的影响, 有些本已珍稀的哺乳动物濒临灭绝。Guthrie (2003) 发现, 一些大型哺乳动物从北美消失是由于对大约在 1.25 万年前出现的极端气候变化的反应所致; 也有研究表

明气候变化会改变哺乳动物的食谱 (DeSantis *et al.*, 2013), 而近数十年因气候变暖引起的冰川融化、海平面上升, 北极熊 (*Ursus maritimus*) 等海洋哺乳动物的生境受到严重影响。

哺乳动物对气候变化的响应表现在多个方面, 具有时空跨度大、研究对象多等特点, 本文将利用文献计量学的方法对 Zoology Record 数据库收录的哺乳动物响应气候变化领域的论文进行全面的梳理与分析, 主要涉及研究的热点与重点、研究热点的演变、核心机构以及重点科学家等多个方面。

基金项目: 中国科学院“西部之光”(Y300011001) 资助项目

作者简介: 陈春 (1974–), 女, 副研究馆员, 主要从事学科信息计量分析与研究。

收稿日期: 2016–07–14; 修回日期: 2016–11–02

* 通讯作者, Corresponding author, E-mail: chenc@llas.ac.cn

1 分析方法

1.1 数据源选择

本文选取了 Thomson Reuters 公司出品的 Zoology Record 数据库 (以下简称 ZR) 为数据源, 该数据库收录了自 1864 年以来动物学研究所有领域的文献资源, 数据来源于 100 多个国家的 5000 多种国际性连续出版物以及图书和会议等。ZR 的检索优势在于数据库对各类动物的上下位类关系做了标引, 通过主题叙词检索就实现较高的检全率和检准率。因此, 从数据的年代范围以及检全、检准率各方面都要比 Web of Science (以下简称 WOS) 更适合作为数据源, 如果在 WOS 数据库中构建检索式, 只能通过组合 5000 多哺乳动物物种才能实现, 而不能简单的用 (Mammalian or Mammal or Mammality) 构建检索式。

1.2 数据分析

ZR 的主题叙词分层结构中有 “Subject”、“Geographical”、“Palaeontological”、“Systematic” 和 “Taxa Notes” 5 种类型, 本次检索步骤由两步实现: (1) 在 “Systematic” 叙词类型中选择 “Mammalia” 并添加至 “主题叙词” 字段; (2) 选择 “主题” 字段并输入代表 “气候变化” 的检索式: (“Climate Change” or “Global Change” or “Global Warming” or “Greenhouse Gas” or “Greenhouse Gases” or “Climate Warming”)。两个字段用 “and” 实现组合检索。数据检索时间截止 2015 年, 剔除灵长目中关于 “原始人” 研究的文献, 并只选择类型为 “Journal” 的文献, 最终得到 1 942 篇文献。主要利用 Thomson Data Analyzer (TDA) 软件对第一作者、第一作者机构、第一作者所在国家进行分析, 并针对关键词做深度挖掘与分析。ZR 数据虽在分类检索、包含物种信息和地理信息上具有优势, 但数据只列出与第一作者相关的机构信息和国别信息是其局限所在。

2 文献分布信息分析

2.1 年度分布

ZR 在 1990 年之前只收录了该领域的 5 篇文献, 最早的文献是 Hart 等 (1961) 关于北美驯鹿 (*Rangifer caribou*) 幼仔在气候变化影响下新陈代谢和热量响应的研究。在 1990 年至 1999 年间发表

文献整体趋于平稳, 每年保持在 5-10 篇的数量。从 2000 年开始文献数量增长较快, 2015 年达到 256 篇, 2000 年至 2015 年间文献总量为 1873 篇, 占全部文献总量的 96.45%, 说明在 2000 年至 2015 年间该领域研究达到了快速发展的阶段。在这个阶段, 随着气候变化研究的深入和领域的拓展, 曾经以气象学和气候学为主的气候变化的科学研究, 地质学、地理学、海洋学、水文学、遥感和对地观测等地球科学以及生态学、植物学、动物学、环境科学、物理学、化学、空间科学和技术科学等学科也广泛介入, 并成为气候变化科学研究不可或缺的重要学科支撑 (曲建升等, 2008)。

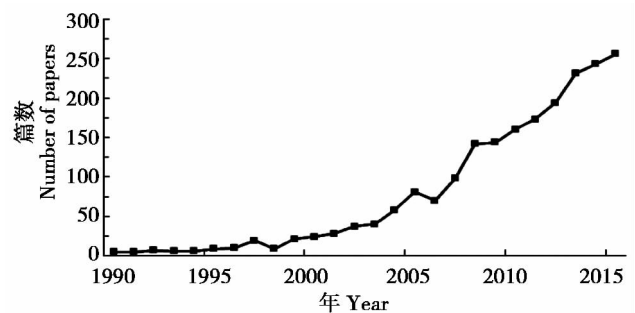


图1 1990-2015 年度发表论文

Fig. 1 Number of published papers from 1990-2015

2.2 国家和机构分布

发文前十位的国家依次是美国、加拿大、英国、澳大利亚、挪威、法国、西班牙、中国、德国和俄罗斯。发文前十位的机构依次是美国加利福尼亚大学、美国地质调查局、美国阿拉斯加大学、加拿大亚伯达大学、中国科学院、法国国家科学研究所、俄罗斯科学院、西班牙国家科学研究委员会、美国华盛顿大学、英国阿伯丁大学。发文前十位的作者依次是 Barnosky A D、Stiring I、Grsyson D K、Macleod C D、Ogutu J O、Yoram Y T、Beever E A、Chlashula J、Derocher D G 和 Post Eric, 发文前十位的作者、机构和国家均为文献第一作者、第一作者所在机构以及第一作者所属国籍。

文献分布在 61 个国家, 美国文献总量遥遥领先, 占文献总量的 30.5%, 中国位居第 8 位。前十位国家文献数量之和为 1293 篇, 占文献总量的 66.6%。

美国加利福尼亚大学文献数量位居机构发文数量首位, 以 Barnosky 为核心主要开展了第四纪研

究,如第四纪气候变化对哺乳动物物种形成的影响;第四纪巨型动物生物物质权衡与灭绝研究;第四纪巨型动物灭绝时间与人类出现和气候变化的影响;豪猪等洞穴哺乳动物化石在科罗拉多山脉中更新世气候变化中的指示研究等(Barnosky *et al.*, 2005, 2010)。Lyons 团队开展了更新世研究,如更新世哺乳动物群落动态评估的定量模型研究(Lyons *et al.*, 2004, 2005)。美国地质调查局的文献主要集中在以 Durner 等人对北极熊的研究,利用气候变化模式预测 21 世纪北极熊栖息地分布,研究了在海冰撤退的一年内,长距离游泳和深水浮冰对雌性北极熊的影响(Durner *et al.*, 2009, 2011)。阿拉斯加大学的 Krik 主要研究南博福特海北极熊血液以及麻疹病毒和弓形虫暴露与北极熊的血液学参数的关联关系(Krik *et al.*, 2010a, 2010b), Klein 等研究了马修群岛的北极熊历史以及白令海岛生态系统与气候变化的关系(Klein *et al.*, 2011a, 2011b)。中国科学院文献数量位居第五,发文主要集中在动物研究所,王德华(2011a, 2011b)综述了气候变化对动物生物多样性、群落结构以及种间关系的影响,并论述了我国啮齿动物生理生态学的几个主要领域的研究进展和未来发展方向的建议,蒋志刚(2009)、魏辅文(2016)等从保护生态学角度开展濒危动物的相关研究。

发文位居前十位的第一作者中,加利福尼亚大学从事第四纪研究的 Barnosky 发文最多,其次是加拿大亚伯达大学从事北极熊研究的 Stirling, 华盛顿大学的 Grsyson 主要研究美国大盆地地区动物如何响应古气候变化,英国阿伯丁大学的 Macleod 主要研究苏格兰北海海域(Scottish North Sea)鲸目动物对气候变化的响应。根据普赖斯定律对核心作者群的界定(丁学东, 1993),本领域发表文献数量两篇以上才能进入核心作者群,经统计本领域以第一作者发文 3 篇以上的作者有 43 位,共计发表论文 156 篇,占全部文献数量的 12%。

2011-2015 年间,发文数量的 TOP 机构依次为美国加利福尼亚大学、美国地质调查局、中国科学院、加拿大亚伯达大学、俄罗斯科学院、西班牙国家科学研究委员会、澳大利亚昆士兰大学、丹麦奥胡斯大学、加拿大特伦特大学和英国牛津大学。但无论是近 5 年发文量还是所有年度的发文量,加利福尼亚大学和美国地质调查局都占据稳定地位,

中国科学院从所有年度发文量排名第 5 提升到近 5 年发文量排名第 3 的位置。显示了近几年中国科学院在该领域的研究及成果发表进入了一个增长凸显的阶段。

3 主题分析

主题分析中对于研究热点的统计,排除检索式中所包含的检索词以及哺乳动物物种。

3.1 研究主题的物种分布特征

ZR 数据中“分类注释”(Taxa Notes, 以下简称 TN) 字段是关于哺乳动物物种的分类信息,根据 TN 字段信息可以提取出每篇文献涉及到的具体哺乳动物物种。利用 TDA 对 1942 篇文献的 TN 字段进行统计,文献中没有涉及具体物种名称(如巨型土壤动物、小型哺乳动物)的不计入。

经分析,偶蹄目(Artiodactyla)的研究文献最多,有 311 篇,涉及的属种分类主要有驯鹿属(*Rangifer*, 71 篇)、驼鹿属(*Alces*, 31 篇)、鹿属(*Elaphus*, 23 篇)、麝牛属(*Muskox*, 18 篇),研究热点主要集中在种群动态、食用植物、食物可得性、温度、人为干扰、对生境影响和种群密度等。其次是啮齿目(Rodentia),有 258 篇文献,涉及的属种分类主要有鼠属(*Rattus*, 38 篇)、田鼠属(*Microtus*, 24 篇)、白足鼠属(*Peromyscus*, 23 篇)、旱獭属(*Marmota*, 19 篇)、小鼠属(*Mus*, 11 篇),研究热点主要集中在温度、群落动态、动物地理学、系统发育、核酸、种群遗传学、系统地理学和食用植物等。第三是裂脚亚目(Fissipedia),有 248 篇文献,涉及的种主要有北极熊(96 篇)、灰狼(*Canis lupus*, 21 篇)、棕熊(*Ursus arctos*, 16 篇)、北极狐(*Alopex lagopus*, 13 篇),研究热点主要集中在群落动态、温度、分子遗传学、动物地理学、生物保护和食物可获得性等。第四是鲸目(Cetacea),有 114 篇文献,涉及的属种主要有露脊鲸属(*Eubalaena*, 14 篇)、须鲸属(*Balaenoptera*, 14 篇)、宽吻海豚属(*Tursiops*, 7 篇)、一角鲸属(*Monodon monoceros*, 11 篇)、海豚属(*Delphinus*, 6 篇),研究热点主要集中在北冰洋、温度、北大西洋、食物可得性、动物地理学、群落动态、保护措施和生境等。第五是鳍脚目(Pinnipedia),有 103 篇文献,涉及的主要种有斑海豹(*Phoca largha*, 20 篇)、北海狮(*Eumetopias*

jubatus, 14 篇)、象海豹 (*Mirounga leonina*, 13 篇)、髯海豹 (*Erignathus barbatus*, 6 篇), 研究热点主要集中在温度、群落动态、北太平洋、北冰洋、食物可获得性、觅食、北大西洋、南极洲和保护等。第六是翼手目 (*Chiroptera*), 有 76 篇, 涉及的主要属种有狐蝠属 (*Pteropus*, 11 篇)、鼠耳蝠属 (*Myotis*, 8 篇)、棕蝠属 (*Eptesicus*, 6 篇)、山蝠属 (*Nyctalus*, 5 篇)、伏翼属 (*Pipistrellus*, 5 篇), 研究热点主要集中在群落动态、温度、分布、环境指标、保护措施、人为干扰、冬眠和动物地理学研究。

结果显示: 偶蹄目的研究文献居多, 其次是啮齿目、裂脚亚目 (食肉动物)、鲸目、鳍脚目 (食肉动物) 等。在美国得克萨斯州, 蝙蝠和啮齿动物被作为预测哺乳动物响应全球气候变化的指标动物 (Cameron *et al.*, 1997)。从文献在哺乳动物物种分布来看, 对食草动物的研究要远远多于食肉动物的研究。其次, 因为气候变暖引起海冰融化、海平面上升, 生活在极区的裂脚亚目以及海洋哺乳动物的生境受到严重破坏, 因此较偶蹄目与啮齿目相比, 裂脚亚目与鲸目在生物保护方面的研究相对较多, 而前两者在种群密度方面的研究相对较多。第三, 文献分布较多的这 6 个物种, 普遍关注的热点是群落动态、食物可得性、温度以及动物地理学。

3.2 研究主题的地质年代分布特征

在生物学领域, 古生物研究是重要的分支, 对 1942 篇文献中涉及到地质年代范围的文献进行了重点分析, 按照地质年代图谱提取对应的关键词, 获取 352 篇相关文献。

全新世文献共 80 篇, 发文量位居前五的目主要涉及到偶蹄目 (18 篇)、啮齿目 (11 篇)、裂脚亚目 (7 篇)、翼手目 (4 篇) 和鳍脚目 (4 篇), 研究热点主要集中在环境指标、种群动态、化石群、动物地理学、温度、灭绝、人为干扰和分子遗传学研究。

更新世文献共有 160 篇, 发文量位居前五的目主要涉及到偶蹄目 (21 篇)、啮齿目 (15 篇)、裂脚亚目 (11 篇)、奇蹄目 (*Perissodactyla*, 9 篇) 和灵长目 (*Primates*, 8 篇), 研究热点主要集中在化石群、动物地理学、灭绝、环境指标、温度、系统发育、分子遗传学和群落动态研究。

第四纪文献 265 篇, 发文量位居前五的目主

要涉及偶蹄目 (39 篇)、啮齿目 (36 篇)、裂脚亚目 (19 篇)、长鼻目 (*Proboscidea*, 16 篇) 和灵长目 (10 篇), 研究热点主要集中在种群动态、温度、分子遗传学、动物地理学、生物保护和食物可得性研究。

上新世文献 38 篇, 发文量位居前四位的目主要涉及偶蹄目 (6 篇)、灵长目 (3 篇)、啮齿目 (2 篇)、奇蹄目 (2 篇), 研究热点集中在环境指标、化石群、牙齿、动物地理学、进化、温度、生物化学和食用植物研究。

中新世文献 36 篇, 发文量位居前五的目主要为奇蹄目 (6 篇)、啮齿目 (3 篇)、长鼻目 (2 篇)、偶蹄目 (2 篇) 和灵长目 (2 篇), 研究热点集中在环境指标、化石群、牙齿、动物地理学、温度、生态学、灭绝、地层分布和群落结构研究。

渐新世文献共 8 篇, 主要有啮齿目 (4 篇) 和灵长目 (1 篇), 未做分类的有 3 篇, 研究热点主要集中在环境指标、进化、化石群、物种形成、牙齿、温度和动物地理学研究。

始新世文献共 20 篇, 主要有灵长目 (3 篇)、啮齿目 (2 篇)、踝节目 (*Condylarthra*, 1 篇) 和奇蹄目 (1 篇), 未做分类的有 13 篇。研究热点主要集中在温度、进化、化石群、牙齿、生物化学、群落结构和环境指标研究

古新世文献共 17 篇, 主要有灵长目 (3 篇)、啮齿目 (1 篇)、奇蹄目 (1 篇) 和踝节目 (1 篇), 未做分类的有 11 篇。研究热点主要集中在温度、进化、化石群、新物种、地层分布、物种多样性和环境指标研究。

第三纪研究有 112 篇, 发文量位居前五的目主要有啮齿目 (11 篇)、偶蹄目 (9 篇)、奇蹄目 (9 篇)、灵长目 (9 篇) 和长鼻目 (3 篇), 未做分类的有 61 篇。研究热点主要集中在化石群、环境指标、动物地理学、进化、温度、牙齿、地层分布、物种多样性、灭绝和新物种研究等。

进入第三纪始新世, 哺乳动物开始急速发展, 渐新世时期哺乳动物分化, 因此, 文献研究的地质年代分布主要集中在新生代的第三纪和第四纪, 并在第四纪更新世研究文献数量达到 160 篇, 占古生物地质年代文献总量的 44.7%。该领域在地质年代的文献分布, 研究热点聚焦在环境指标、种群动态、动物地理学、物种形成、化石群、牙齿、地层

分布、灭绝等的相关研究。在第三纪和第四纪的研究中, 啮齿目、偶蹄目、灵长目的研究比较稳定。关于奇蹄目的研究主要集中在第三纪, 第四纪研究在裂脚亚目(食肉动物)和长鼻目响应气候变化的研究相对较多, 也意味着大型哺乳动物与食肉动物对气候变化响应的研究增多。

3.3 研究主题热点分布

哺乳动物对气候变化响应研究的文献进入 2000 年后进入快速发展的阶段, 本文以 2001 年以来的文献为分析对象, 划分为 2001 - 2005、2006 - 2010、2011 - 2015 共 3 个不同的年代段, 分析研究热点演变的趋势。

2001 - 2005 年间共有论文 231 篇, 研究热点关键词主要分布在温度、更新世、种群动态、动物地理学、化石群、环境指标、进化、食物可得性、灭绝、分子遗传学、系统发育、第四纪、核酸和上新世研究等。

2006 - 2010 年间共有论文 581 篇, 研究热点关键词主要分布在温度、种群动态、动物地理学、食物可得性、人为干扰、更新世、北极熊、食用植物、森林、灭绝、分子遗传学、北冰洋、保护措施、生态学和環境指标等。

2011 - 2015 年间共有论文 1061 篇, 研究热点关键词主要分布在种群动态、动物地理学、更新世、温度、保护措施、分布、人为干扰、系统发育、生态技术、种群遗传学、食物可得性、森林、种群密度等。

不同时间段的研究热点分析显示: (1) 研究对象的变化。在 2001 - 2005 年间, 研究对象还是以驯鹿为代表的偶蹄目, 随着气候变暖引起的海平面上升, 2006 - 2010 期间北极熊等极地裂脚亚目动物受到更多的关注。(2) 研究热点的变化。“种群遗传学”、“极区生态学”与“生态保护”研究逐渐升温, “化石群”、“进化”等热点关键词, 自 2006 年以后未进入 TOP 15 的研究热点。2011 - 2015 年, 生态保护已经发展到具体的生态技术与保护措施。种群动态研究的热点程度在 2001 - 2005 年间位居第三, 2006 - 2010 年间位居第二, 2011 - 2015 年已经跃居研究热点首位。近日公布的一项新的研究成果显示, 在古埃及当发生显著的气候变化时, 哺乳动物的数量会发生波动 (Gewin, 2013)。1942 篇文献中, 关于种群动态、

种群衰退、大小等与种群性状描述的文献达到 375 篇, 占文献总量 19.3%。关于进化相关的文献有 105 篇, 气候变化对动物行为影响的论文近 40 篇。

4 结论

通过对哺乳动物响应气候变化领域的 1942 篇文献进行物种及研究热点主题分析, 得到以下主要结论:

(1) 研究进入快速发展阶段。1990 - 1999 年间该领域发表文献整体趋于平稳, 每年保持在 5 - 10 篇的数量。从 2000 年开始文献呈现指数增长, 2012 年将近达到 200 篇, 2000 - 2015 年间文献总量为 1873 篇, 占全部文献总量的 96.5%, 研究进入快速发展阶段。

(2) 中国在该领域的研究存在较大提升空间。从国家文献数量来看, 美国在该领域的文献量最多, 中国仅居第十位。美国加利福尼亚大学和地质调查局分别位居机构文献排名的第一和第二, 中国科学院位居第五。但从近 5 年该领域的文献数量显示, 中国科学院位居第三名, 说明以中国科学院为代表的国内机构在该领域的研究处于快速发展的阶段。

(3) 研究热点呈现出了较强的哺乳动物物种相关性。偶蹄目、啮齿目、裂脚亚目(食肉动物)、鲸目、鳍脚目(食肉动物)等 6 个主要物种普遍关注的研究热点是群落动态、食物可获得性、温度以及动物地理学。但因为气候变暖引起海冰融化、海平面上升, 生活在极区的裂脚亚目以及海洋哺乳动物的生境受到严重破坏, 与偶蹄目和啮齿目相比, 裂脚亚目与鲸目在生物保护方面的研究相对较多, 而前两者在种群密度方面的研究相对较多。

(4) 不同地质年代的研究热点存在细微差别。文献的地质年代分布主要集中在新生代的第三纪和第四纪, 第四纪更新世研究文献数量在古生物研究方面最多。研究热点聚焦在环境指标、种群动态、动物地理学、物种形成、化石群、牙齿、地层分布、灭绝等相关研究。在第三纪和第四纪的研究中, 啮齿目、偶蹄目、灵长目的研究比较稳定。关于奇蹄目的研究主要集中在第三纪。第四纪, 在裂脚亚目(食肉动物)和长鼻目响应气候变化的研究相对较多, 也意味着大型哺乳动物与食肉动物对气候变化响应的研究增多。

(5) 研究热点演变呈现出时间特性。在 2001 - 2005 年间, 研究对象是以驯鹿为代表的偶蹄目, 随着气候变暖引起的海平面上升, 2006 - 2010 年间北极熊等极地裂脚亚目动物受到更多的关注。“种群遗传学”、“极区生态学”与“生态保护”研究升温, “化石群”与“进化”从最热点关键词中消失。进入 2011 - 2015 年, 生态保护已经发展到具体的生态技术与保护措施。

参考文献:

- Amstrup S C, DeWeaver E T, Douglas D C, Marcot B G, Durner G M, Bitz C M, Bailey D A. 2010. Greenhouse gas mitigation can reduce sea-ice loss and increase polar bear persistence. *Nature*, **468** (7326): 955 - NIL_0351.
- Barnosky A D, Lindsey E L. 2010. Timing of Quaternary megafaunal extinction in South America in relation to human arrival and climate change. *Quater International*, **217** (1 - 2): 10 - 29.
- Barnosky A D. 2005. Effects of Quaternary climatic change on speciation in mammals. *J Mammalian Evol*, **12** (1 - 2): 247 - 264.
- Cameron G N, Seamon J O, Scheel D. 1997. Environmental change and mammalian richness: impact in preserve designand management in east Texas. *Texas J Sci*, **49** (3): 155 - 180.
- DeSantis L R G, Feranes R S, Macfadden B J. 2009. Effects of global warming on ancient mammalian communities and their environments. *PLoS ONE*, **4** (6): e5750.
- Ding X D. 1993. Literature Metrology Basis. Beijing: Peking University Press, 204 - 232.
- Durner G M, Amstrup S C, Neilson R, McDonald T. 2004. The use of sea ice habitat by female polar bears in the Beaufort Sea. *OCS Study Report MMS*, (14): i - vii, 1 - 41.
- Durner G M, Douglas D C, Nielson R M, Amstrup S C, McDonald T L, Stirling I, Mauritzen M, Born E W, Wiig O, DeWeaver E, Serreze M C, Belikov S E, Holland M M, Maslanik J, Aars J, Bailey D A, Derocher A E. 2009. Predicting 21st-century polar bear habitat distribution from global climate models. *Ecol Mono*, **79** (1): 25 - 58.
- Durner G M, Whiteman J P, Harlow H J, Amstrup S C, Regehr E V, Ben-David M. 2011. Consequences of long-distance swimming and travel over deep-water pack ice for a female polar bear during a year of extreme sea ice retreat. *Polar Biol*, **34** (7): 975 - 984.
- Gewin V. 2013. Ancient art fills in Egypt's ecological history. *Nature*, 13528.
- Grayson D K, Delpuch F, Rigaud J P, Simek J F. 2001. Explaining the development of dietary dominance by a single ungulate taxon at Grotte XVI, Dordogne, France.
- Grayson D K. 2000. Mammalian responses to Middle Holocene climatic change in the Great Basin of the western United States. *J Biogeog*, **27** (1): 181 - 192.
- Guthrie R D. 2003. Rapid body size decline in Alaskan Pleistocene horses before extinction. *Nature*, **426**: 169 - 171.
- Jiang Z G, Ma K P. 2009. Status quo, challenges and strategy in Conservation Biology. *Biod Sci*, **17** (2): 107 - 116. (in Chinese)
- Jiang Z G. 2015. China's Mammal Diversity and Geographic Distribution. Beijing: Science Press. (in Chinese)
- Kirk C M, Amstrup S, Swor R, Halcomb D, O' Hara T M. 2010a. Hematology of Southern Beaufort Sea polar bears (2005 - 2007): Biomarker for an Arctic ecosystem health sentinel. *Eco Health*, **7** (3): 307 - 320.
- Kirk C M, Amstrup S, Swor R, Holcomb D, O' Hara T M. 2010b. Morbillivirus and toxoplasma exposure and association with hematological Parameters for Southern Beaufort sea polar bears: Potential response to infectious agents in a sentinel species. *Eco Health*, **7** (3): 321 - 331.
- Klein D R, Shulski M. 2011a. The role of lichens, reindeer, and climate in ecosystem change on a bering sea island. *Arctic*, **64** (3): 353 - 361.
- Klein D R, SOWLS A. 2011b. History of polar bears as summer residents on the St. Matthew Islands, Bering Sea. *Arctic*, **64** (4): 429 - 436.
- Lyons S K, Smith F A, Brown J H. 2004. Of mice, mastodons and men: human-mediated extinctions on four continents. *Evolutionary Ecol Res*, **6** (3): 339 - 358.
- Lyons S K. 2005. A quantitative model for assessing community dynamics of Pleistocene mammals. *Am Naturalist*, **165** (6): E168 - E185.
- MacLeod C D, Santos M B, Reid R J, Scott B E, Pierce G J. 2007. Linking sandeel consumption and the likelihood of starvation in harbour porpoises in the Scottish North Sea: could climate change mean more starving porpoises? *Biol Letters*, **3** (2): 185 - 188.
- Qu J S, Zhang Z Q, Zeng J J. 2008. The current characters and future challenges for climate change studies. *Sci Focus*, **3** (4): 24 - 31.
- Wilson D E, Reeder D M. 2005. Mammal Species of the World, 3rd Edition. Maryland: Johns Hopkins University Press.
- Wood D L, Barnosky A D. 1994. Middle Pleistocene climate change in the Colorado Rocky Mountains indicated by fossil mammals from Porcupine Cave. *Quarter Res*, **41** (3): 366 - 375.
- Wang D H. 2011a. Climate change, where animals go. *Life World*, **257**: 44 - 47. (in Chinese)
- Wang D H. 2011b. Some progress in mammalian physiological ecology in China. *Acta Therologica Sinica*, **31** (1): 15 - 19. (in Chinese)
- Wei F W. Research progress in conservation biology of endangered mammals in China. *Acta Theriologica Sinica*, **36** (3): 255 - 269. (in Chinese)
- 丁学东. 1993. 文献计量学基础. 北京: 北京大学出版社, 204 - 232.
- 王德华. 2011a. 气候变化, 动物何去何从. *生命世界*, **257**: 44 - 47.
- 王德华. 2011b. 我国哺乳动物生理生态学的一些进展和未来发展的建议. *兽类学报*, **31** (1): 15 - 19.
- 曲建升, 张志强, 曾静静. 2008. 气候变化科学研究的国际发展态势与挑战. *科学观察*, **3** (4): 24 - 31.
- 蒋志刚, 马克平. 2009. 保护生物学的现状、挑战和对策. *生物多样性*, **17** (2): 107 - 116.
- 蒋志刚. 2015. 中国哺乳动物多样性及地理分布. 北京: 科学出版社.
- 魏辅文. 2016. 我国濒危哺乳动物保护生物学研究进展. *兽类学报*, **36** (3): 255 - 269.