

气候变化对物种影响研究综述

吴 军, 徐海根^①, 陈 炼 (环境保护部南京环境科学研究所, 江苏 南京 210042)

摘要: 综述了气候变化对物种的影响, 表明气候变化会造成生物物候期的改变, 导致物种地理分布的变化, 增加物种的灭绝速率。分析了利用模型进行气候变化影响模拟的技术, 指出模型的适用性和不确定性。最后, 针对中国相关研究的不足, 展望了未来开展气候变化影响研究的方向。

关键词: 气候变化; 物种; 影响

中图分类号: X176 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-4831(2011)04-0001-06

A Review of Impacts of Climate Change on Species. WU Jun, XU Hai-gen, CHEN Lian (Nanjing Institute of Environmental Sciences, Ministry of Environmental Protection, Nanjing 210042, China)

Abstract: A review is presented of impacts of global climate change on species, indicating that climate change has led to changes in bio-phenophase and in geographical distribution of species as well, and accelerated extinction of species. Techniques for modeling impacts of climate change are analyzed for applicability and uncertainty of the models. Outlook is presented on future research in this aspect in light of the weaknesses of the present researches in China.

Key words: climate change; species; impact

全球气候变化已是一个不争的事实。联合国政府间气候变化专门委员会(Intergovernmental Panel Climate Change, IPCC)2007年发布的第4次评估报告^[1]显示:20世纪全球气温平均上升0.6℃;全球海平面平均上升17cm;北半球中、高纬度地区降水量增加5%~10%,与之相反,热带、亚热带地区降水量却减少3%;全球极端气候事件的频率和强度也不断增加。IPCC预测:如果不控制温室气体的排放,到21世纪末,全球平均气温在1999年的基线上将再上升1.1~6.4℃。

气候是制约生物分布、生长和繁衍的主要因素之一。越来越多的证据表明,温度升高、降水格局变化及其他气候极端事件,已经对生物多样性造成了广泛的影响^[2-5]。目前,气候变化已成为威胁生物多样性的主要因素之一,且预计在今后的几十年中,将逐渐演变为生物多样性丧失的主要的、直接的驱动力^[6-7]。如果到2050年不能有效地减少温室气体的排放,对生物多样性的维护将是灾难性的后果^[8]。

随着气候变化问题的升温,气候变化对物种的影响也逐渐成为科学界关注的焦点,特别是近十多年来,关于这方面的研究增长很快,《Nature》、《Science》等国际知名刊物上也刊登了大量此类文章。一方面,科学界试图从自然生态系统方面来寻求气候变化的佐证,另一方面则期望探寻在气候变化的

大背景下生物多样性的脆弱性和保护的措施。目前,有关气候变化影响方面研究得最多的物种是鸟类和蝴蝶,研究得最多的区域是欧洲和北美。研究内容主要集中在:(1)观测到的影响。主要包括气候变化对物候期的影响、对物种分布范围的影响以及对物种灭绝速率的影响等;(2)模型模拟的影响。笔者针对上述方面就近期主要研究成果进行综述。

1 观测到的影响

1.1 气候变化造成物候期改变

物候是动植物受生物因子和非生物因子如气候、水文、土壤等影响而出现的以年为周期的自然现象,如植物的发芽、展叶、开花、叶变色、落叶等,动物的迁徙、产卵、冬眠等规律性的现象。目前,对春季物候研究得比较充分,几乎所有的春季物候现象都与前1个月的温度有关^[3]。近年来的研究发现,全球性的气候变暖正在改变着自然界的物候^[3-4]。物候被认为是反映物种对气候变化响应的最简单和最敏感的量度^[9]。

近几十年来,全球范围内普遍观测到植物物候期改变,主要表现为春季物候期提前,秋季物候期推

收稿日期:2010-12-17

基金项目:环保公益性行业科研专项(200909070);国家科技支撑计划(2008BAC39B01,2008BAC39B06)

① 通信作者 E-mail: xhg@nies.org

迟,从而使整个生长季延长^[5]。MENZEL^[10]对欧洲国际物候园收集的1959—1996年间的资料分析表明:植物的春季物候期(如展叶)平均每10 a提前2.1 d,秋季物候期(如叶变色)平均每10 a推迟1.5 d,从而使整个生长季平均每10 a延长3.6 d。FITTER等^[11]对英国385种植物的研究发现:20世纪末的10 a里,植物首次开花的平均时间比前40 a提前4.5 d,其中16%的物种明显提前达15 d,只有3%的物种明显推迟。郑景云等^[12]利用中国科学院物候观测网络26个观测点的资料,分析了中国植物物候期的变化,发现其与温度的变化有较强的相关性。具体表现为:在东北、华北及长江下游地区等,早春与晚春物候均有提前趋势,与这些地区的春季温度上升趋势一致;在渭河平原及河南西部,春季物候期的变化不明显,与这些地区的春季温度上升趋势不明显有关;在秦岭以南的广大地区,早春与晚春物候均有推迟的趋势,与这些地区的春季温度下降趋势一致。

动物的物候也对气候变化作出了响应。大量研究表明,鸟类春天迁徙的时间有所提前。欧亚大陆春天鸟类迁徙到达的时间近几十年平均每10 a提前3.73 d^[13]。MURPHY-KLASSEN等^[14]对加拿大96种迁徙鸟类63 a的相关数据进行分析,发现27种鸟类迁徙到达的时间有所提前。另外,有不少证据显示鸟类产卵时间也在提前。全球范围内关于鸟类产卵时间的研究中,大约有60%的研究显示鸟类的产卵时间提前^[15]。英国的一项持续25 a的研究发现:65种鸟类中有25种产卵时间平均提前8.8 d,而这与气候变暖有强烈的统计学相关性^[16-17]。BOTH等^[18]对欧洲姬鹀25个种群的4万个巢穴的数据进行分析,发现产卵时间明显提前,而且温度上升越高的地区,时间提前得越多。除鸟类以外,还观测到其他动物物候现象的改变,如蝴蝶的出现时间提前^[19]、蛙类的鸣叫时间提前^[20]、鱼类的迁移时间提前^[21]等。

物候期的改变会造成生态紊乱(biological mismatch),例如,由于气候变暖导致昆虫提前出现,当长途迁徙的鸟类到达时,错过了昆虫出现的最高峰,造成食物不足,进而影响繁殖^[22]。

1.2 气候变化导致物种分布范围变化

气候(特别是温度、降水)是决定物种地理分布的关键因素。在全球范围内都已经观测到动植物分布明显呈现向高海拔地区和高纬度地区迁移的现象^[3-4]。对于分布边界向高海拔和高纬度的扩张,很容易归因到气候变化;但是对于分布边界向高海

拔和高纬度的收缩,除气候变化以外,还有其他原因,比如栖息地的人为破坏等^[23-24]。

KULLMAN^[25]研究发现,由于温度上升,瑞典斯堪得斯山脉主要树种的树线在20世纪中期上升100多m。GONZALEZ^[26]研究发现,由于降水的变化,1945—1993年间非洲西部地区的植被区向西南方向移动25~30 km,平均为500~600 m·a⁻¹。LENOIR等^[27]比较了欧洲西部171种森林植物在1905、1985—1986和2005年的海拔分布数据,发现气候变暖导致物种的最适分布海拔平均每10 a上升29 m。KELLY等^[28]研究了美国加州圣罗萨山区122~2 560 m海拔范围内植物的分布,通过比较1977和2007年的2次调查数据,发现在30 a的时间间隔内,10种优势植物的平均分布海拔上升65 m,主要原因是当地气候变暖和降水增加。

在北半球,鸟类的分布北界主要由低温线决定^[29]。THOMAS等^[30]首次对大尺度上气候变化如何影响鸟类分布进行了研究,发现在20世纪末的20 a里,随着温度的升高,英国许多鸟类分布的北界平均向北迁移8.9 km,而分布的南界没有明显变化。ZUCKERBERG等^[31]分析了1980—1985和2000—2005年2个时间段美国纽约州129种繁殖鸟类的调查数据,发现57%的鸟类平均分布纬度向北迁移35.4~76.0 km。杜寅等^[32]研究发现,中国近20 a来有120种鸟类的分布出现了北扩或西移,一些亚种间已经出现了分布重叠,这可能会导致基因交流,使种内遗传多样性下降。PARMESAN^[33]对欧洲35种非迁徙性蝴蝶的研究发现,其中有60%的蝴蝶在20世纪内向北迁移35~240 km。WILSON等^[34]比较了西班牙瓜达拉马山2004年和1967—1973年的蝴蝶分布数据得出:16种蝴蝶分布的低线平均上升212 m,在栖息地没有明显衰退的情况下,在过去35 a中,该地区温度上升1.3℃,等同于等温线上升225 m。GREBMEIER等^[35]研究发现,由于伯令海域的海水升温,狭鳕鱼、驼背鲑、灰鲸等物种的分布区出现了北移。HICKLING等^[36]研究了英国16个类群的329个动物物种的分布北界(上限),发现在20世纪末40 a内,75%的物种向北迁移31~60 km,69%的物种向高海拔方向平均迁移25 m。

物种分布的迁移导致低海拔和低纬度地区物种多样性降低,加大了高海拔和高纬度地区物种之间的竞争,必然会带来自然生态系统结构的改变^[5, 37]。物种的迁移还存在一定的风险,因为当遇到生境破碎或地理阻隔时,迁移将面临困难。特别是

靠近山顶的物种,容易彻底丧失它们的栖息地^[37]。

1.3 气候变化加大物种灭绝速率

物种灭绝的原因是比较复杂的,任何导致种群下降和栖息地丧失的因素都可能带来物种的区域或全球性灭绝。当然,生物可以对气候变化产生适应,生物的进化史就是不断适应气候的历史;但是目前生物适应的速度明显要比气候变化的速度慢^[38-39]。大量研究表明,气候变化已经与资源过度利用、栖息地丧失及外来物种入侵一起,成为物种灭绝的主要因素之一^[7, 23]。有预测认为,温度每升高1℃,就会有10%的物种灭绝^[40]。但是另有研究认为,物种灭绝的比例会更高,因为生态系统的响应是非线性的,物种的灭绝具有多米诺骨牌效应^[41]。

气候变化影响了物种的繁殖。SANDERSON等^[42]研究了121种长途迁徙的鸟类,在欧洲的广大地区,从1970年开始,有54%的鸟类种群下降,有的甚至灭绝。考察其原因,气候变化是最主要的因素,气候变化影响了鸟类的迁徙时间和路线以及繁殖成功率等。

气候变暖使动物的栖息环境发生转变。北极地区是受气候变化影响比较严重的地区,自1980年以来,海洋浮冰持续减少。对许多动物来说,海冰是它们的生命平台,北极熊一生中大部分时间都在冰上行动和捕食,海冰的减少、甚至夏季出现的无冰期对其生存产生了巨大压力^[7]。预计到21世纪中叶,2/3的北极熊将消失^[37]。

气候变化使病虫害的作用增强。很多野生动植物病虫害对温度、降水量和湿度非常敏感,气候变化可以增加病原体的生长率和存活率、疾病的传染性以及寄主的易感性,这些因素的共同作用对物种产生了影响。在中美洲的热带雨林,20世纪末的30 a中,110种特有蛙类中有67%已灭绝。这是因为气候变化使该地区一种名为壶菌的病原真菌爆发,而这种真菌会引起一种严重的两栖类传染病^[43]。

气候极端事件也会对物种造成较大的影响。20世纪中期全球海水温度平均上升1℃,同时,世界范围内的珊瑚白化事件出现频率越来越高。1997—1998年的厄尔尼诺现象曾毁灭了世界上16%的珊瑚礁,在马尔代夫、巴林、斯里兰卡、新加坡和坦桑尼亚的部分地区,死亡率接近90%。科学家警告:如果珊瑚种群的减少速度超过恢复的速度,几十年内珊瑚礁可能遭受灭顶之灾^[44]。

2 模型模拟的影响

利用模型来模拟气候变化对物种的可能影响,

也是近年来研究得较多的领域。大部分模型被称为生态位模型或气候包络模型,通过模型在当前物种的分布和气候因子建立联系,利用未来气候变化的预估情景来驱动模型,从而预测物种的响应,分析其适应的风险。模型在编程上主要有统计方法和机器学习2种实现手段^[45]。目前,生态位模型的研究和开发比较成熟,适用于多类群物种的模拟评估^[46]。

THOMAS等^[47]利用气候包络模型对全球1103种动植物(分布区约占全球20%的陆地面积)未来的分布进行了模拟,得出在中等排放强度情景下,到2050年,15%~37%的物种注定灭绝(committed to extinction)。THUILLER等^[48]使用生态位模型BIOMOD对欧洲1350种植物进行模拟得出,到2080年,有一半的物种会处于易危或濒危状态;高山物种最敏感,大约60%的物种会消失;北方消失的物种较少,并且有更多的物种从南方扩散过来。HAMANN等^[49]模拟了未来气候变化对加拿大英属哥伦比亚地区森林群落和树种的影响,得出树种分布的北界每10 a会向北方扩展100 km。

BURNS等^[50]使用2倍碳排放的情景,模拟预测美国8个主要国家公园中的213种兽类,发现南方的物种将向北方迁移,南方的国家公园将平均失去8%的物种,特别是最南边的2个公园Big Ben和Great Smoky Mountains失去得最多,分别为20.8%和16.7%。该项工作直接显示固定不变的保护区的功能将被气候变化削弱,应该根据新的适宜栖息地来动态调整保护区。ARAÚJO等^[51]对欧洲143种两栖和爬行动物进行模拟,发现69%的两栖类和65%的爬行类将扩展它们的栖息地,但是另外31%的两栖类和35%的爬行类将收缩栖息地;并且发现,对两栖、爬行类动物来说,降水的影响似乎要比温度升高的影响更大。CHU等^[52]模拟了加拿大一些鱼类变化的情况,发现它们的分布区将会显著改变,冷水鱼和暖水鱼都将向北方扩散,并且冷水鱼南方的分布区也将收缩。SETTELE等^[53]利用含16个气候因子的广义线性模型对欧洲294种蝴蝶进行气候风险模拟,发现在中等气候变化情景下(2080年升高3.1℃),9%的蝴蝶将丧失目前95%的栖息地,66%的蝴蝶丧失超过50%的栖息地,只有少数蝴蝶扩展了栖息地。

由于自然生态系统的复杂性,要精确地预测气候变化的影响是不可能的。现阶段的模型还存在很多不确定性,例如,根据现有的物种和环境相关性来推断未来的相关性可能会带来误差,不同的模型之间也会存在差异^[54-55]。即便如此,模型预测的结果

目前也是对决策者应对气候变化的最有效的指导^[56]。为了进一步提高模型的预测精度,未来的模型应该考虑地形、物种的相互作用、物种的适应能力^[57]以及土地利用^[58]等的影响。

3 研究展望

近 100 a 来,中国的气温平均升高 0.8 °C,略高于全球平均水平;气候极端事件频率也显著增加^[59]。中国是世界公认的生物多样性大国,生态系统类型和物种资源丰富多样^[60]。但是关于气候变化对中国物种资源影响的研究非常少,这对于中国的生物多样性保护和管理工作非常不利,也使中国参加相关国际公约的谈判无据可依。因此,应加强此类基础研究,以利于揭示气候变化对中国物种资源,特别是对特有物种、濒危物种、极小种群物种等的影响。模型预测是目前评估和预测气候变化对物种影响的有力手段,欧美的科学家已经开发了一些比较成熟的评估模型,并进行了广泛的应用。但是相对而言,中国在这方面的研究非常少,虽然利用国外开发的模型进行了一些研究^[61],但是空间精度较粗,影响了预测结果的可信度。因此,在未来应加强模型的开发与应用,揭示和预测气候变化对中国物种资源的影响,为国家制定应对气候变化和保护生物多样性的策略提供技术支撑。

气候变化对物种的影响是一个长期的过程,因而时间序列上的变化数据对于开展研究非常重要。相对于比较完备的气候监测数据而言,物种的变化数据还比较缺乏;这在国际范围内都是一个难题,因为各国真正有计划的生物多样性监测活动并不多。相对而言,欧洲对鸟类和蝴蝶开展了一些监测工作,因而鸟类和蝴蝶也成为气候变化影响研究中出现得较多的生物类群。无论对科学研究还是管理决策来讲,生物多样性监测都是一个重要的基础性工作,因此应逐步开展生物多样性监测,并形成覆盖广泛的网络体系。

应对气候变化的策略主要包括减缓和适应 2 个方面。减缓就是减少温室气体的排放,适应就是减轻气候变化的影响。一个广泛的共识是:生物多样性保护需要制定适应的策略。近几十年来,中国经济快速发展,资源过度开发,生态破坏严重,许多物种的栖息地已经严重退化或破碎化,这给物种适应气候变化带来了巨大的压力。因此,应研究开发生物多样性保护适应气候变化的策略,使气候变化对生物多样性的影响最小化,使生物多样性保护可持续发展。

参考文献:

- [1] IPCC. Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [R] // PACHAURI R K, REISINGER A. Geneva, Switzerland: [s. n.], 2007.
- [2] IPCC. IPCC Technical Paper V: Climate Change and Biodiversity [R]. Geneva, Switzerland: [s. n.], 2002.
- [3] PARMESAN C, YOHE G. A Globally Coherent Fingerprint of Climate Change Impacts Across Natural Systems [J]. *Nature*, 2003, 421 (6918): 37–42.
- [4] ROOT T L, PRICE J T, HALL K R, *et al.* Fingerprints of Global Warming on Wild Animals and Plants [J]. *Nature*, 2003, 421 (6918): 57–60.
- [5] ROSENZWEIG C, CASASSA G, KAROLY D J, *et al.* Assessment of Observed Changes and Responses in Natural and Managed Systems [R] // PARRY M L, CANZIANI O F, PALUTIKOF J P, *et al.* Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK: [s. n.], 2007: 79–131.
- [6] 千年生态系统评估——生态系统与人类福祉:生物多样性综合报告 [M]. 国家环境保护总局译. 北京:中国环境科学出版社, 2005: 46.
- [7] 《生物多样性公约》秘书处. 全球生物多样性展望 [R]. 3 版. 蒙特利尔, 加拿大: [s. n.], 2010.
- [8] LOVEJOY T E, HANNAH L. Preface [M] // *Climate Change and Biodiversity*. New Haven, USA: Yale University Press, 2005: 3.
- [9] WALTHER G E, POST E, CONVEY P, *et al.* Ecological Responses to Recent Climate Change [J]. *Nature*, 2002, 416 (6879): 389–395.
- [10] MENZEL A. Trends in Phenological Phases in Europe Between 1951 and 1996 [J]. *International Journal of Biometeorology*, 2000, 44 (2): 76–81.
- [11] FITTER A H, FITTER R S R. Rapid Changes in Flowering Time in British Plants [J]. *Science*, 2002, 296 (5573): 1689–1691.
- [12] 郑景云, 郭全胜, 赵会霞. 近 40 年中国植物物候对气候变化的响应研究 [J]. *中国农业气象*, 2003, 24 (1): 28–32.
- [13] Climate Risk Pty Ltd. Bird Species and Climate Change: The Global Status Report: A Synthesis of Current Scientific Understanding of Anthropogenic Climate Change Impacts on Global Bird Species Now, and Projected Future Effects [R]. [s. l.]: [s. n.], 2006.
- [14] MURPHY-KLASSEN H M, HEATHER M. Long-Term Trends in Spring Arrival Dates of Migrant Birds at Delta Marsh, Manitoba in Relation to Climate Change [J]. *Auk*, 2005, 122 (4): 1130.
- [15] DUNN P. Breeding Dates and Reproductive Performance [C] // MØLLER A, BERTHOLD P, FIEDLER W. *Birds and Climate Change*, pp. 69. *Advances in Ecological Research*, Volume 35. [s. l.]: Elsevier Academic Press, 2004.
- [16] CRICK H Q P, DUDLEY C, GLUE D E, *et al.* UK Birds Are Laying Eggs Earlier [J]. *Nature*, 1997, 388 (6642): 526.
- [17] CRICK H Q P, SPARKS T H. Climate Change Related to Egg-Laying Trends [J]. *Nature*, 1999, 399 (6735): 423.

- [18] BOTH C, ARTEMYEV A V, BLAAUW B, *et al.* Large-Scale Geographical Variation Confirms That Climate Change Causes Birds to Lay Earlier[J]. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 2004, 271(1549):1657–1662.
- [19] ROY D B, SPARKS T H. Phenology of British Butterflies and Climate Change[J]. *Global Change Biology*, 2000, 6(4):407–416.
- [20] GIBBS J P, BREISCH A R. Climate Warming and Calling Phenology of Frogs Near Ithaca, New York, 1900–1999[J]. *Conservation Biology*, 2001, 15(4):1175–1178.
- [21] COOKE S J, HINCH S G, FARRELL A P, *et al.* Abnormal Migration Timing and High En Route Mortality of Sockeye Salmon in the Fraser River, British Columbia [J]. *Fisheries*, 2004, 29(2):22–33.
- [22] BOTH C, BOUWHUIS S, LESSELLS C M, *et al.* Climate Change and Population Declines in a Long-Distance Migratory Bird[J]. *Nature*, 2006, 441(7089):81–83.
- [23] THOMAS C D, FRANCO A M A, HILL J K. Range Retractions and Extinction in the Face of Climate Warming[J]. *Trends in Ecology & Evolution*, 2006, 21(8):415–416.
- [24] FORISTER M L, MCCALL A C, SANDERS N J, *et al.* Compounded Effects of Climate Change and Habitat Alteration Shift Patterns of Butterfly Diversity[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2010, 107(5):2088–2092.
- [25] KULLMAN L. 20th Century Climate Warming and Tree-Limit Rise in the Southern Scandes of Sweden[J]. *AMBIO*, 2001, 30(2):72–80.
- [26] GONZALEZ P. Desertification and a Shift of Forest Species in the West African Sahel [J]. *Climate Research*, 2001, 17(2):217–228.
- [27] LENOIR J, GÉGOUT J C, MARQUET P A, *et al.* A Significant Upward Shift in Plant Species Optimum Elevation During the 20th Century[J]. *Science*, 2008, 320(5884):1768–1771.
- [28] KELLY A E, GOULDEN M L. Rapid Shifts in Plant Distribution With Recent Climate Change[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2008, 105(33):11823–11826.
- [29] BÖHNING-GAESE K, LEMOINE N. Importance of Climate Change for the Ranges, Communities and Conservation of Birds [C] // MØLLER A, BERTHOLD P, FIEDLER W. *Birds and Climate Change*, pp. 211. *Advances in Ecological Research*, Volume 35. [s. l.]: Elsevier Academic Press, 2004.
- [30] THOMAS C D, LENNON J L. Birds Extend Their Ranges Northwards[J]. *Nature*, 1999, 399(6733):213.
- [31] ZUCKERBERG B, WOODS A M, PORTER W F. Poleward Shifts in Breeding Bird Distributions in New York State [J]. *Global Change Biology*, 2009, 15(8):1866–1883.
- [32] 杜寅, 周放, 舒晓莲, 等. 全球气候变暖对中国鸟类区系的影响[J]. *动物分类学报*, 2009, 34(3):664–674.
- [33] PARMESAN C, RYRHOLM N, STEFANESCU C, *et al.* Poleward Shifts in Geographical Ranges of Butterfly Species Associated With Regional Warming[J]. *Nature*, 1999, 399(6736):579–583.
- [34] WILSON R J, GUTIÉRREZ D, GUTIÉRREZ J, *et al.* Changes to the Elevational Limits and Extent of Species Ranges Associated With Climate Change [J]. *Ecology Letters*, 2005, 8(11):1138–1146.
- [35] GREBMEIER J M, OVERLAND J E, MOORE S E, *et al.* A Major Ecosystem Shift in the Northern Bering Sea [J]. *Science*, 2006, 311(5766):1461–1464.
- [36] HICKLING R, ROY D B, HILL J K, *et al.* The Distributions of a Wide Range of Taxonomic Groups Are Expanding Polewards[J]. *Global Change Biology*, 2006, 12(3):450–455.
- [37] THOMAS R K, JERRY M M, THOMAS C P. *Global Climate Change Impacts in the United States* [M]. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2009:79.
- [38] MENÉNDEZ R, MEGÍAS A G, HILL J K, *et al.* Species Richness Changes Lag behind Climate Change[J]. *Proceedings of the Royal Society B*, 2006, 273(1593):1465–1470.
- [39] DEVICTOR V, JULLIARD R, COUVET D, *et al.* 2008. Birds Are Tracking Climate Warming, but Not Fast Enough[J]. *Proceedings of the Royal Society B*, 2008, 275(1652):2743–2748.
- [40] Secretariat of the Convention on Biological Diversity. *Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation: Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change*, Montreal, Technical Series No 41 [R]. Montreal, Canada: [s. n.], 2009.
- [41] SEKERCIOGLU C H, SCHNEIDER S H, FAY J P, *et al.* Climate Change, Elevational Range Shifts, and Bird Extinctions[J]. *Conservation Biology*, 2008, 22(1):140–150.
- [42] SANDERSON F J, DONALD P F, PAIN D J, *et al.* Long-Term Population Declines in Afro-Palaearctic Migrant Birds [J]. *Biological Conservation*, 2006, 131(1):93–105.
- [43] POUNDS J A, BUSTAMANTE M R, COLOMA L A, *et al.* Widespread Amphibian Extinctions From Epidemic Disease Driven by Global Warming[J]. *Nature*, 2006, 439(7073):161–167.
- [44] MARSHALL P, SCHUTTENBERG H. *A Reef Manager's Guide to Coral Bleaching* [M]. Townsville, Australia: Great Barrier Reef Marine Park Authority, 2006:61–64.
- [45] LAWLER J J, WHITE D, NEILSON R P, *et al.* Predicting Climate-Induced Range Shifts: Model Differences and Model Reliability [J]. *Global Change Biology*, 2006, 12(8):1568–1584.
- [46] HUNTLEY B, GREEN R E, COLLINGHAM Y C, *et al.* The Performance of Models Relating Species' Geographical Distributions to Climate Is Independent of Trophic Level [J]. *Ecology Letters*, 2004, 7(5):417–426.
- [47] THOMAS C D, CAMERON A, GREEN R E, *et al.* Extinction Risk From Climate Change[J]. *Nature*, 2004, 427(6970):145–148.
- [48] THUILLER W, LAVOREL S, ARAUJO M B, *et al.* Climate Change Threats to Plant Diversity in Europe[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2005, 102(23):8245–8250.
- [49] HAMANN A, WANG T. Potential Effects of Climate Change on Ecosystem and Tree Species Distribution in British Columbia[J]. *Ecology*, 2006, 87(11):2773–2786.
- [50] BURNS C E, JOHNSTON K M, SCHMITZ O J. Global Climate Change and Mammalian Species Diversity in US National Parks

- [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2003, 100(20): 11474 - 11477.
- [51] ARAÚJO M B, Thuiller W, Pearson R G. Climate Warming and the Decline of Amphibians and Reptiles in Europe [J]. Journal of Biogeography, 2006, 33(10): 1712 - 1728.
- [52] CHU C, MANDRAK N E, MINNS C K. Potential Impacts of Climate Change on the Distributions of Several Common and Rare Freshwater Fishes in Canada [J]. Diversity and Distributions, 2005, 11(4): 299 - 310.
- [53] SETTELE J, KUDRNA O, HARPKE A, *et al.* Climatic Risk Atlas of European Butterflies [M]. Sofia, Bulgaria; Pensoft Publisher, 2008: 651 - 660.
- [54] ARAUJO M B, RAHBEK C. How Does Climate Change Affect Biodiversity? [J]. Science, 2006, 313(5792): 1396.
- [55] PEARSON R G, THUILLER W, ARAÚJO M B, *et al.* Model-Based Uncertainty in Species Range Prediction [J]. Journal of Biogeography, 2006, 33(10): 1704 - 1711.
- [56] PEARSON R G, DAWSON T P. Predicting the Impacts of Climate Change on the Distribution of Species: Are Bioclimate Envelope Models Useful? [J]. Global Ecology & Biogeography, 2003, 12(5): 361 - 371.
- [57] WILLIS K J, BHAGWAT S A. Biodiversity and Climate Change [J]. Science, 2009, 326(5954): 806 - 807.
- [58] PIMM S L. Biodiversity: Climate Change or Habitat Loss; Which Will Kill More Species? [J]. Current Biology, 2007, 18(3): 117 - 119.
- [59] 《气候变化国家评估报告》编写委员会. 气候变化国家评估报告 [R]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [60] 环境保护部. 中国履行《生物多样性公约》第四次国家报告 [R]. 北京: 中国环境科学出版社, 2009.
- [61] 吴建国, 吕佳佳. 气候变化对珙桐分布的潜在影响 [J]. 环境科学研究, 2009, 22(12): 1371 - 1381.

作者简介: 吴军(1981—), 男, 江苏泰兴人, 助理研究员, 硕士, 主要研究方向为生物多样性保护。E-mail: wujun@nies.org

《保护人类赖以生存的生命系统: 〈生物多样性公约〉回顾与展望》简介

20 世纪 80 年代以来, 生物多样性逐渐成为全球环境保护的热点问题之一, 国际社会于 1992 年制定了《生物多样性公约》(以下简称《公约》)。《公约》生效以来, 强化了对全球生物多样性的保护和管理, 提高了人们的生物多样性保护意识。《公约》至今已经召开了 10 次缔约方大会, 各方围绕《公约》提出的保护生物多样性、可持续利用生物多样性及公平合理地分享由利用遗传资源产生的惠益 3 大目标展开了一系列谈判。2002 年, 《公约》制定了“2010 年生物多样性目标”, 即到 2010 年大幅度降低生物多样性丧失的速度, 该目标随后被纳入联合国千年发展目标。但是 2010 年目标在全球层面未能实现, 全球生物多样性丧失的趋势并没有得到遏制, 生境丧失、过度利用、污染、外来物种入侵和气候变化等威胁因素仍在继续影响着生物多样性。2010 年 10 月在日本名古屋召开的《公约》缔约方大会第 10 次会议制定了 2010 年后的战略计划和生物多样性保护目标, 通过了关于遗传资源获取与惠益分享的《名古屋议定书》, 这一系列重要文件的通过给未来履行《公约》确定了方向和目标。

我国于 1992 年 6 月 11 日签署《公约》, 是最早签约的国家之一。1993 年, 国务院批准成立了由原国家环境保护局牵头的中国履行《公约》工作协调组, 近年来, 其成员经 3 次增加, 现已扩大到 24 个部门。我国是公认的生物多样性大国, 加入《公约》以来开展了一系列卓有成效的生物多样性保护工作, 为全球生物多样性保护事业作出了重要的贡献。

《保护人类赖以生存的生命系统: 〈生物多样性公约〉回顾与展望》一书由环境保护部国际合作司主编, 科学出版社出版。全书共 5 章, 约 21 万字。该书介绍了《公约》的由来、《公约》文本的谈判历程和《公约》的主要内容, 总结了历次缔约方大会的主要成果和各方在焦点问题上的立场, 深入剖析了遗传资源获取与惠益分享、资金机制、战略计划、保护区、生物多样性与气候变化、生物燃料、外来入侵物种等重点谈判议题的发展脉络和各方主要观点, 记录了中国在《公约》谈判、履行过程中所做的工作和取得的成绩, 为今后的谈判和履约工作提供了宝贵的基础资料和经验。

该书可作为高校和科研院所专业人员、政府相关部门决策者和管理人员, 以及公众了解《公约》的参考资料。

(蔡玉琪)