

气候变化情景下洞庭湖流域鸟类栖息地适宜性分布研究

袁玉洁¹, 邹曦¹, 史方¹, 高翔², 胡莲¹, 张志永¹

(1. 水利部中国科学院水工程生态研究所, 水利部水工程生态效应与生态修复重点实验室, 湖北武汉 430079;

2. 湖南大学环境科学与工程学院, 湖南大学环境生物与控制教育部重点实验室, 湖南长沙 410082)

摘要: 鸟类对生态系统变化较为敏感, 是衡量生态环境质量变化的一种重要指示生物; 气候变化已成为栖息地丧失的重要原因之一, 对鸟类的迁徙、繁殖有一定的影响。为了探究未来气候变化条件下鸟类栖息地适宜性分布, 以洞庭湖流域为研究区域, 结合收集到的 382 个鸟类出现点数据、遥感影像数据、气候变化数据等, 基于 Maxent 模型方法, 综合分析驱动洞庭湖流域鸟类分布的气候因素, 并预测 2050 年气候不同情景下鸟类栖息地适宜性分布特征。结果显示, 历史情景下洞庭湖流域鸟类的适宜性栖息地为多个集中分布区组成的带状区域, 而在未来情景下栖息地由以前的带状分布逐渐演变为团状分布。在 2050 年 RCP2.6、RCP4.5 排放情景下, 适宜栖息地面积有所下降, 占研究区域总面积的比例从历史情景的 9.43% 分别降至 9.26%、8.91%; 而在 RCP8.5 排放情景下面积有所增加, 占研究区域总面积的比例增加至 10.22%。从适宜性分布来看, 栖息地变得更加集中, 未来情景下鸟类栖息地适宜性在 3 种排放情景下略高于历史情景, 适宜性 RCP8.5 情景(33.12%) > RCP2.6 情景(32.87%) > RCP4.5 情景(32.74%) > 历史情景(31.33%)。研究结果可为气候变化条件下鸟类生物多样性保护提供理论支撑。

关键词: 鸟类; 气候变化; 栖息地; Maxent 模型; 洞庭湖

中图分类号: Q178 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-3075(2022)04-0056-07

栖息地是生态系统的组成部分, 在整个生态系统格局中发挥着至关重要的作用, 栖息地质量反映了物种所在生态系统的健康程度, 栖息地适宜性常被用于评估栖息地质量。栖息地适应性模型应用较早的有贝叶斯算法、神经网络等(O'Hanley, 2009; Altartouri & Jolma, 2013)。随着地理信息系统(GIS)、遥感(RS)和全球定位系统(GPS)的发展, 模型所需数据易获取、评价结果准确度提高, 最大熵模型(Maximum Entropy Model, Maxent)在栖息地适宜性分布评价中被广泛应用(高翔, 2018); 尤其是在珍稀和濒危物种的保护、气候变化对物种的影响预测等方面至关重要(Phillips et al, 2006)。

鸟类在湿地生态系统具有极其重要的生态价值, 是衡量湿地生态环境质量变化的一种重要指示生物, 对湿地生态系统变化较为敏感(Mistry et al, 2008)。有研究表明, 很多重要湖泊的鸟类数量已经或是正在下降(Cumming et al, 2012); 而鸟

类数量与栖息地的可利用性有一定的相关性(Wen et al, 2011)。近年来, 气候变化对湿地鸟类的影响已成为生态研究的热门之一, 受到众多国内外从事生态工程设计、生态保护和环境管理等方面的专家学者的关注(Mcrae et al, 2008; Zhang et al, 2016)。据世界自然基金会(WWF)数据显示, 湿地鸟类正面临着气候变化带来的高风险(Hu et al, 2010), 气候变化对鸟类的迁徙、繁殖有一定的影响; 此外, 气候变化已成为栖息地丧失的重要原因之一, 会通过影响鸟类栖息觅食等条件(如取食植被萌芽)间接影响其分布。鸟类会持续重复选择同一栖息地, 有研究表明, 洞庭湖鸟类栖息地生境近年来总体趋于破碎化, 这将对鸟类越冬不利(周延等, 2019)。目前的研究主要集中在对洞庭湖流域鸟类分布、栖息地景观历史及现状变化规律分析, 鲜见对未来气候变化条件下栖息地适宜性分布预测研究。

本文以鸟类为指示物种, 结合现有的鸟类观测记录数据、遥感影像数据、气候变化数据等, 基于 Maxent 模型方法, 综合分析洞庭湖流域鸟类分布的驱动因素, 并预测未来气候不同情景下鸟类栖息地适宜性分布特征, 为流域生物多样性保护提供重要的理论支撑。

收稿日期: 2021-07-08

基金项目: 国家自然科学基金(51809184); 长江水科学研究联合基金(U2040205)。

作者简介: 袁玉洁, 1988 年生, 女, 博士, 主要从事水生态修复与湿地保护研究。E-mail: yuanyujie@mail.ihe.ac.cn

1 数据和方法

1.1 研究区域

洞庭湖流域(24°40′~30°05′N,108°50′~114°15′E)位于长江中游荆江段以南,覆盖湖南省大部以及湖北省、江西省、贵州省、重庆市、广西壮族自治区部分地区,流域面积约26.3万km²,约占长江流域总面积的14%(肖鹏,2014)。流域地处亚热带季风气候区,年均气温15.6~17.5℃,年降水量1300~1700mm,4~9月降水约占全年降水量的70%。

流域内湖泊主要分布在东北部,其中洞庭湖最为著名(图1)。洞庭湖汇集湘、资、沅、澧四水,承接长江荆江河段松滋、太平、藕池、调弦(1958年冬封堵)四口分流,经调蓄后在城陵矶(距三峡大坝约427km)汇入长江(Yuan et al,2015;2016)。随着水文和地貌特征的演变,洞庭湖分为东洞庭湖、西洞庭湖和南洞庭湖3部分,且均列入国际重要湿地公约名录。洞庭湖湿地是东亚-澳大利西亚候鸟迁徙路线上重要的越冬栖息场所(关蕾等,2016)。

CLIM 2.0全球气象数据库(联合国粮食及农业组织,FAO)、International Center for Tropical Agriculture (CIAT)的部分月均值降雨以及其他区域的数据库(高翔,2018)。该数据库当前最大空间分辨率为30s(≈1km)。与卫星数据、实测数据的交叉验证显示,大部分地区预测数据和实测数据相差较小,降雨数据误差<10mm,温度数据误差<0.3℃。空缺数据可从中国气象科学数据共享服务网(<http://cdc.nmic.cn/home.do>)获取。

表1 气候因子
Tab.1 Climatic factors

序号	气候因子	单位
Cli1	年均温	℃
Cli2	温度日较差	℃
Cli3	年均温占年温差百分比	%
Cli4	温度季节变化方差	C of V
Cli5	最热月极高温	℃
Cli6	最冷月极低温	℃
Cli7	年温较差	℃
Cli8	雨季均温	℃
Cli9	干季均温	℃
Cli10	暖季均温	℃
Cli11	冷季均温	℃
Cli12	年降雨量	mm
Cli13	最湿月降雨量	mm
Cli14	最干月降雨量	mm
Cli15	季降雨量变异系数	C of V
Cli16	雨季降雨量	mm
Cli17	干季降雨量	mm
Cli18	暖季降雨量	mm
Cli19	冷季降雨量	mm

WorldClim (Ver. 2.1)发布时间为2020年1月,本研究中的历史情景为1970~2000年(<https://www.worldclim.org/data/worldclim21.html>)。未来气候条件下的生物气候数据根据联合国政府间气候变化专门委员会第五次评估报告(IPCC-5)提出的温室气体排放GCM情景降维处理,本文选用的情景称为“典型浓度路径”,即RCP2.6、RCP4.5及RCP8.5共3种情景;其中,RCP 2.6情景为辐射强迫下降至2.6 W/m²,CO₂当量浓度达到约490×10⁻⁶;RCP 4.5情景为辐射强迫稳定在4.5 W/m²,CO₂当量浓度达到约650×10⁻⁶;RCP 8.5情景为辐射强迫上升至8.5 W/m²,CO₂当量浓度达到约1370×10⁻⁶;未来情景时间设定为2050年。

1.2.2 鸟类分布数据 本文洞庭湖流域范围内的鸟类出现记录数据主要从全球生物多样性信息网络数

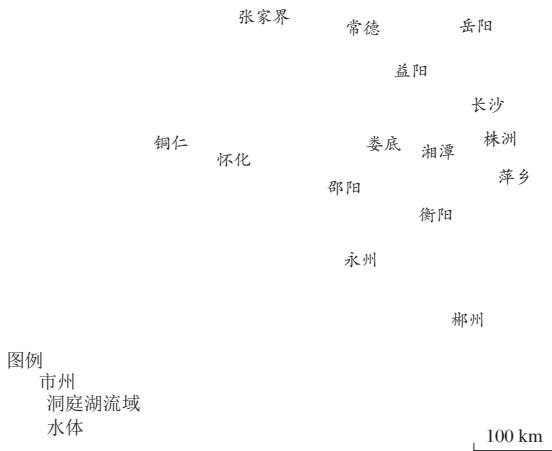


图1 洞庭湖流域

Fig.1 Map of Dongting Lake basin

1.2 数据收集

1.2.1 气候因子数据 数据包括月降水、均温、最高温、最低温等19个气候因子(表1),来源于WorldClim数据库(<http://www.worldclim.org/>)(Fick & Hijmans,2017)。WorldClim (Ver. 2.1)数据库在目前栖息地适宜性模型中选用频次较高,其数据库包括全球历史气候网络数据集(The Global Historical Climate Network Dataset, GHCN)、世界气象组织(World Meteorological Organization, WMO)、FAO-

据库 (Global Biodiversity Information Facility, GBIF, <https://www.gbif.org/>) 获取, 并根据 NSII- 中国国家标本资源平台 (National Specimen Information Infrastructure) 对鸟类种属进行筛选。为确保研究误差在可接受范围内, 将数据库收集的数据进行勘误和校正, 对明显有错误的点位进行剔除 (Jin & Yang, 2019)。

1.3 栖息地适宜性模型

Maxent 模型常被用于提取物种潜在适宜栖息地, 该模型起源于统计力学, 是一种从不完全信息中进行预测或推断的通用方法 (Jaynes, 1957)。利用物种出现点数据以及相应的环境变量, 分析物种出现点与研究区域之间的关系, 对物种生态需求进行运算和模拟, 从而预测物种的潜在分布 (Phillips et al, 2006)。该模型通过寻找最大熵的概率分布来估计目标的概率分布, 克服了传统栖息地质量评价模型的缺点, 预测效果较好 (杨丹和王文杰, 2019)。Maxent 模型采用刀切法 (Jackknife) 对环境变量进行权重分析, ROC 曲线 (Receiver Operating Characteristic Curve) 的 AUC (Area under Curve) 值用于评价预测模型的精度。

Maxent 模型中最大熵可以由公式表示:

$$S(p|p_0) = -\sum_i p_i \ln \frac{p_i}{p_{0i}} \quad (1)$$

式中: S 代表熵, p_0 是已知条件下 p 的先验分布, p_i 是指出现 i 的概率。模型的目标是在满足约束条件和最大化熵的前提下, 计算潜在概率分布。

基于生态位理论的最大熵模型, Phillips 等 (2006) 用 Java 语言编写了软件 (http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/), 本研究选用软件的最新版本 Version 3.4.1。

2 结果与分析

2.1 鸟类分布

通过 GBIF 数据库收集数据, 并对数据进行勘误和校正, 共记录到 1974–2020 年洞庭湖流域鸟类出现点 382 个, 鸟类 44 科、97 属、382 种。按科统计, 雉科鸟类种数最多, 占总数的 21.73%; 其次是鸫科, 占总数的 7.33%, 伯劳科占总数的 7.07% (表 2)。鸟类栖息生境包括湿地洲滩、水域、林地、农田等。

将物种出现点坐标以经纬度的形式输入 Excel 表格, 转化为 csv 格式文件并导入 Maxent 程序。结果显示, 历史情景下的鸟类分布呈现多个集中分布区组成的带状区域 (图 2)。

表 2 洞庭湖流域鸟类物种组成

Tab.2 Composition and percentage of bird community in Dongting Lake basin

科别	种类数	占比/%	科别	种类数	占比/%
雉科	83	21.73	鸥科	4	1.05
鸫科	28	7.33	秧鸡科	4	1.05
伯劳科	27	7.07	莺科	4	1.05
山椒鸟科	24	6.28	鹰科	4	1.05
鸭科	21	5.50	雀鹛科	3	0.79
山雀科	17	4.45	扇尾莺科	3	0.79
鸦科	15	3.93	鸨科	2	0.52
鸲科	13	3.40	黄鹀科	2	0.52
鹭科	13	3.40	树莺科	2	0.52
雀科	13	3.40	太阳鸟科	2	0.52
噪鹛科	13	3.40	鹪鹩科	2	0.52
绣眼鸟科	12	3.14	苇莺科	2	0.52
鹟科	9	2.36	啄木鸟科	2	0.52
椋鸟科	8	2.09	鸺鹠科	1	0.26
画眉科	6	1.57	翠鸟科	1	0.26
鸠鸽科	6	1.57	戴胜科	1	0.26
鸫科	6	1.57	杜鹃科	1	0.26
雁鸭科	6	1.57	蜂虎科	1	0.26
燕科	6	1.57	河鸟科	1	0.26
柳莺科	5	1.31	鹤科	1	0.26
梅花雀科	5	1.31	卷尾科	1	0.26



图 2 洞庭湖流域的鸟类分布

Fig.2 Map of bird distribution area

2.2 栖息地适宜性模型精度

Maxent 模型根据 ROC 曲线的 AUC 值来评价模型的预测精度。AUC 值作为检测模型预测精度的指标, 值越接近 1, 则表示模型预测精度越高。一般 AUC 值 > 0.75 时, 表示模型预测能力良好; AUC 值 < 0.75 时则表示模型判别能力较差 (高翔, 2018; 杨丹和王文杰, 2019)。

结果表明,洞庭湖流域鸟类历史情景(1970–2000年)和未来情景(2050年)栖息地适宜性模型的AUC值均超过0.8(表3)。说明模型模拟精度符合要求,结果可信度比较高。

表3 Maxent模型AUC值
Tab.3 AUC values of Maxent model under different climate scenarios

情景	AUC	
历史情景(1970–2000年)	0.817	
未来情景 (2050年)	RCP 2.6	0.845
	RCP 4.5	0.836
	RCP 8.5	0.827

2.3 气候变量对模型结果的贡献率

鸟类栖息地生境受到多个气候环境变量的约束,每个变量影响程度不同,与鸟类栖息地质量相关性大的环境变量一般提供的信息量更多,对结果的贡献更大。本文采用刀切法计算模型中选定的19个气候环境变量的贡献率。Maxent程序中Gain是结果中最大似然性的量度(图3)。其中,蓝色条代表仅用该环境变量进行模拟时的Gain值;浅蓝色代表仅不用该环境因素进行模拟时的Gain值;红色表示完全模拟时的Gain值。结果表明,温度季节变化方差、干季降雨量贡献率高,说明两者是影响洞庭湖流域鸟类栖息地适宜性模型结果的重要驱动因素;其次是最湿月降雨量、雨季降雨量和暖季降雨量。这些变量与鸟类取食植物物种的生长十分相关。

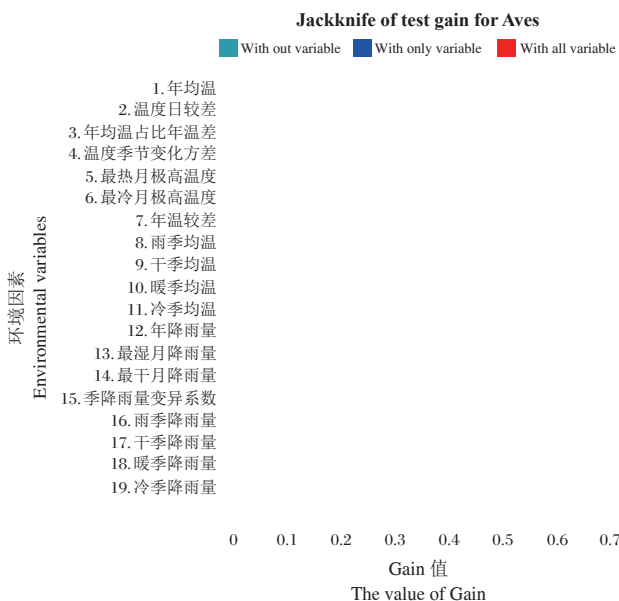


图3 Maxent模型中气候变量贡献率

Fig.3 Contribution rate of climatic variables in Maxent model

2.4 气候变化条件下鸟类栖息地适宜性分布

利用Maxent模型对洞庭湖流域鸟类栖息地适宜性进行评价,输出asc格式结果文件,利用ArcGIS中ASCII to Raster工具将结果转化成栅格图像(图4)。结果显示,历史情景下岳阳市至郴州市的带状区域、湘西州–贵州省的带状区域有着高适宜性的栖息地分布,而湖南省的娄底市、湘潭市等区域栖息地适宜性不高。结合区域实际地理情况,适宜栖息地的分布与重要湖泊湿地的分布有着较大的相关性。

从图4还可以看出,未来情景下的栖息地面积斑块数少而集中,适宜性栖息地逐渐由带状分布区域演变为团状分布区域;采用二分法计算洞庭湖流域鸟类适宜栖息地面积,结果表明,在2050年IPCC–CMIP5气候排放条件的RCP 2.6、RCP 4.5情景下,适宜栖息地占研究区域总面积的比例从历史情景的9.43%分别降至9.26%、8.91%;而RCP 8.5排放情景下,适宜栖息地占研究区域总面积的比例增至10.22%。综合分析,未来情景下鸟类栖息地适宜性略高于历史情景,适宜性由历史情景的31.33%增至32.74%~33.12%。

3 讨论

3.1 Maxent模型对鸟类栖息地适宜性评价

近年来,栖息地适宜性模型如Maxent模型受到越来越多的关注,能够准确分析物种适宜栖息地的空间分布,为气候变化对物种的影响预测、珍稀濒危物种的保护提供重要的理论支撑。Maxent模型的优势在于利用数学算法对有限的物种出现点数据和环境变量进行建模,而规避了一般回归模型对物种非出现点数据的要求,使物种潜在栖息地分布预测变得容易获取。本研究建立了基于最大熵理论的鸟类生境适宜性模型,并将气候变化预测、物种分布数据、气候变量等不同影像因素输入模型,对洞庭湖流域鸟类存在和潜在栖息地进行了评价和预测。从AUC指标的评价结果来看,该模型是合理的。

3.2 影响洞庭湖鸟类群落的重要因素

栖息地变化会影响生物多样性,而气候变化已成为栖息地变化的主要原因之一(Kumar, 2012; Newbold et al, 2015)。有研究表明,气候(温度、降水等)是影响鸟类分布、种群规模与生存的主要环境因子之一(吴伟伟等, 2012)。本研究中,影响栖息地适宜性模型结果的重要驱动因素是温度季节变化方差和干季降雨量,其次是最湿月降雨量、雨季降雨量和暖季降雨量。这与Tyrberg(2010)的观点一致,即降水对鸟类群落的影响可能比气温变化更重要。

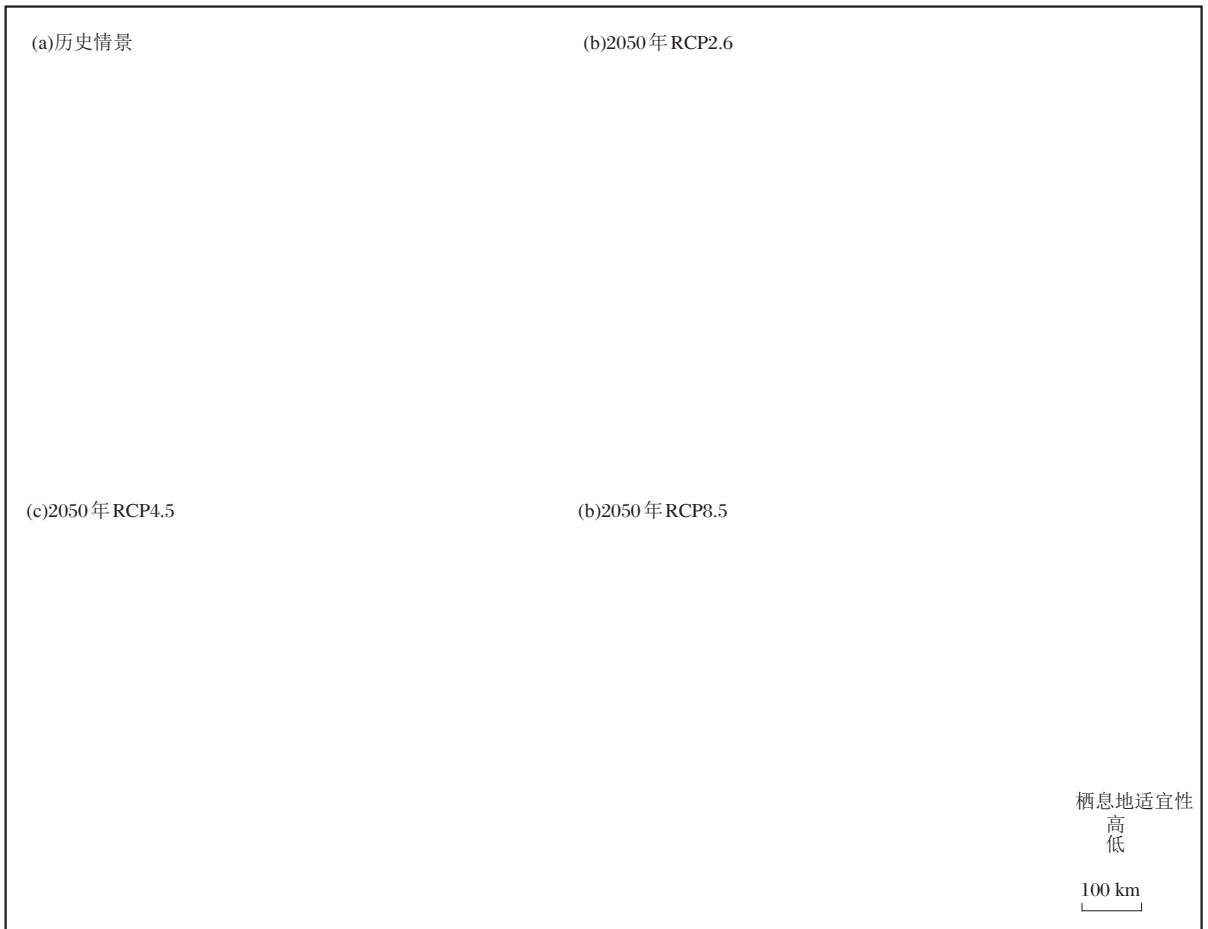


图4 洞庭湖流域鸟类栖息地适宜性分布

Fig.4 Habitat suitability distribution of birds in Dongting Lake basin under different climate scenarios

3.3 不同排放情景下鸟类适宜性栖息地变化

Shafer等(2001)研究发现,气候变化下物种会向多个方向迁移。本次研究显示,历史情景下洞庭湖流域鸟类的栖息地适宜性结果表现为多个集中分布区组成的带状区域,而在未来情景下栖息地面积斑块数少而集中,说明适宜性栖息地由以前的带状分布逐渐演变为团状分布。然而,栖息地过于集中可能会增大应对气候变化的生物多样性保护风险。对于受威胁鸟类物种的未来保护管理来说,这可能是一个警报信号,预示未来某个时间内,生物物种数量和生物多样性保护风险会增加。2050年RCP 2.6、RCP 4.5排放情景下,适宜栖息地面积有所下降,而在RCP 8.5排放情景下,面积增加。整体而言,与历史情景相比,未来情景下鸟类栖息地适宜性在3种排放情景下均增加。这与其他学者的研究结果相似(白雪红等,2019;李龙等,2021)。气候变化会导致鸟类栖息地环境发生变化,如降水增多、温度升高,都有可能使植被长势更好,从而鸟类可以获取到更多的食物。然而,Maxent模型可能无法解释一

些复杂的影响关系,例如某些鸟类喜欢取食较嫩的植物,而植物的生长周期受到水文节律的影响(左奥杰等,2018)。气候变化可能增加极端气候条件发生的可能性,从而间接影响水文节律,在鸟类取食时,植被将处于过于幼小或未成熟的阶段,可能导致栖息地适宜性变化。在今后的研究中,需注重自然气候变化、人为干扰等多因素的胁迫影响。

综上所述,本研究对气候变化条件下洞庭湖流域鸟类存在及潜在栖息地进行了评价和预测。由于气候变化的速度、幅度和造成的生态后果具有相当大的不确定性,导致应对气候变化的物种保护工作受到了挑战。虽然存在一定的不确定性,但保护规划者可以优先考虑物种在气候变化下迁移、维持的栖息区域。在对未来变化情景建模时,借鉴了一些已有研究的处理方法(Moss et al, 2010),假定了现在及未来条件下人类活动影响因子暂不发生变化,仅仅考虑气候变化对栖息地造成的影响。后续将对气候变化和人类活动共同影响下的栖息地变化进行深入研究。

参考文献

- 白雪红,王文杰,蒋卫国,等,2019.气候变化背景下京津冀地区濒危水鸟潜在适宜区模拟及保护空缺分析[J].环境科学研究,32(6):1001-1011.
- 高翔,2018.气候变化条件下基于Maxent和投资组方法的长江中下游小白额雁栖息地保护策略优化[D].长沙:湖南大学.
- 关蕾,靖磊,雷佳琳,等,2016.洞庭湖鸟类资源分布及其栖息地质量评估[J].北京林业大学学报,38(7):64-70.
- 李龙,王亮,温阿敏,等,2021.基于MaxEnt模型的甘肃安西极旱荒漠国家级自然保护区北山羊生境评估[J].生态学报,41(24):380-388.
- 吴伟伟,徐海根,吴军,等,2012.气候变化对鸟类影响的研究进展[J].生物多样性,20(1):112-119.
- 肖鹏,2014.洞庭湖流域水资源演变归因分析[D].北京:清华大学.
- 杨丹,王文杰,2019.1980-2015年京津冀地区雁鸭类潜在栖息地连接度变化及驱动因素[J].环境科学研究,32(4):547-556.
- 周延,靖磊,贾亦飞,等,2019.东洞庭湖4种濒危鹤类近30年种群动态及栖息地景观格局变化[J].湖泊科学,31(5):1415-1423.
- 左奥杰,雷佳琳,王玉玉,等,2018.不同管理方式下东洞庭湖越冬雁类栖息地中短尖薹草的生长指标对比研究[J].湿地科学,16(4):537-545.
- Altartouri A, Jolma A, 2013. A Naive Bayes classifier for modeling distributions of the common reed in Southern Finland[R]. Adelaide: 20th International Congress on Modeling and Simulation, Australia.
- Cumming G S, Paxton M, King J, et al, 2012. Foraging guild membership explains variation in waterbird responses to the hydrological regime of an arid-region flood-pulse river in Namibia[J]. Freshwater Biology, 57(6):1202-1213.
- Fick S E, Hijmans R J, 2017. WorldClim 2: new 1 km spatial resolution climate surfaces for global land areas[J]. International Journal of Climatology, 37 (12):4302-4315.
- Hu J H, Hu H J, Jiang Z G, 2010. The impacts of climate change on the wintering distribution of an endangered migratory bird[J]. Oecologia, 164(2):555-565.
- Jaynes E T, 1957. Information Theory and Statistical Mechanics[J]. Physical Review, 106:620-630.
- Jin J, Yang J, 2019. BDCleaner: A workflow for cleaning taxonomic and geographic errors in occurrence data archived in biodiversity databases[J]. Global Ecology and Conservation, 21(5):e00852.
- Kumar P, 2012. Assessment of impact of climate change on Rhododendrons in Sikkim Himalayas using Maxent modelling: limitations and challenges[J]. Biodiversity and Conservation, 21 (5):1251-1266.
- Mcrae B H, Schumaker N H, Mckane R B, et al, 2008. A multi-model framework for simulating wildlife population response to land-use and climate change[J]. Ecological Modelling, 219(1/2):77-91.
- Mistry J, Berardi A, Simpson M, 2008. Birds as indicators of wetland status and change in the North Rupununi, Guyana [J]. Biodiversity and Conservation, 17(10):2383-2409.
- Moss R, Edmonds J, Hibbard K, et al, 2010. The next generation of scenarios for climate change research and assessment[J]. Nature, 463:747-756.
- Newbold T, Hudson L N, Hill S L L, et al, 2015. Global effects of land use on local terrestrial biodiversity[J]. Nature, 520: 45-50.
- O'Hanley J R, 2009. Neural Ensembles: A neural network based ensemble forecasting program for habitat and bioclimatic suitability analysis[J]. Ecography, 32(1):89-93.
- Phillips S J, Anderson R P, Schapire R E, 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions[J]. Ecological Modelling, 190(3):231-259.
- Shafer S L, Bartlein P J, Thompson R S, 2001. Potential changes in the distributions of western North America tree and shrub taxa under future climate scenarios[J]. Ecosystems, 4:200-215.
- Tyrberg T, 2010. Avifaunal responses to warm climate: the message from Last Interglacial faunas[J]. Records of the Australian Museum, 62(1):193-205.
- Wen L, Rogers K, Saintilan N, et al, 2011. The influences of climate and hydrology on population dynamics of waterbirds in the lower Murrumbidgee River floodplains in Southeast Australia: Implications for environmental water management[J]. Ecological Modelling, 222(1):154-163.
- Yuan Y J, Zeng G M, Liang J, et al, 2015. Variation of water level in Dongting Lake over a 50-year period: Implications for the impacts of anthropogenic and climatic factors [J]. Journal of Hydrology, 525(10):450-456.
- Yuan Y J, Zhang C, Zeng G M, et al, 2016. Quantitative assessment of the contribution of climate variability and human activity to streamflow alteration in Dongting Lake, China [J]. Hydrological Processes, 35(12):70-95.
- Zhang C, Yuan Y J, Zeng G M, et al, 2016. Influence of hydrological regime and climatic factor on waterbird abundance in Dongting Lake Wetland, China: Implications for biological conservation[J]. Ecological Engineering, 90: 473-481.

Bird Habitat Suitability Distribution in Dongting Lake Basin Under Different Climate Change Scenarios

YUAN Yu-jie¹, ZOU Xi¹, SHI Fang¹, GAO Xiang², HU Lian¹, ZHANG Zhi-yong¹

- (1. Key Laboratory of Ecological Impacts of Hydraulic-Projects and Restoration of Aquatic Ecosystem of Ministry of Water Resources, Institute of Hydroecology, Ministry of Water Resources and Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430079, P.R.China;
2. College of Environmental Science and Engineering, Hunan University, Key Laboratory of Environmental Biology and Pollution Control, Ministry of Education, Changsha 410082, P.R. China)

Abstract: Birds are sensitive to changes in habitat and serve as an important indicator of altered environmental conditions. Climate change has become an important cause of habitat loss, consequently threatening bird migration and reproduction. Habitat suitability models such as the maximum entropy (Maxent) model allow accurate analysis of the spatial distribution of suitable habitat for a certain species and provides important theoretical support for predicting the effect of climate change on the species and for conserving rare and endangered species. In this study, Dongting Lake basin was selected as the research area, and we predicted the distribution characteristics of suitable bird habitat under three typical emission scenarios (RCP 2.6, RCP 4.5 and RCP 8.5) in 2050 using the Maxent model. In addition, factors driving habitat alteration were comprehensively analyzed. Maxent model development included data on the distribution of 382 bird occurring spots, data from remote sensing imagery and climate data for Dongting Lake basin for the period 1974–2000. The historical scenario (1974–2000) and three emission scenarios in year 2050 all gave area under the curve (AUC) values for the Maxent model above 0.8, indicating high model reliability. Results show that, historically, suitable bird habitat comprised 9.43% of Dongting Lake basin area, concentrated in zones that gradually change to a more lumpy distribution under future emission scenarios. In 2050, the area of the suitable habitat decreases from 9.43% of the study area to 9.26% and 8.91% under scenarios RCP 2.6 and RCP 4.5, and increases to 10.22% under scenario RCP 8.5. Overall, compared with historical conditions, bird habitat suitability under the three typical emission scenarios in 2050 was slightly higher, with suitability following the order: RCP8.5 (33.12%)>RCP2.6 (32.87%)>RCP4.5 (32.74%)>historical scenario (31.33%). The distribution of suitable habitat correlates closely with the distribution of lakes. Seasonal variation of temperature and the amount of precipitation in dry season were the primary factors affecting habitat suitability. Our study provides theoretical support for bird biodiversity conservation in the Dongting Lake basin as climate changes. However, biodiversity conservation will confront the difficult challenge posed by uncertainties about the ecological consequences of climate change. Despite this challenge, decision makers will be able to prioritize potential bird habitat as they plan for climate change.

Key words: bird; climate change; habitat; Maxent model; Dongting Lake