

王燕,戴晨,曹晨.气候变化对家燕物候期的影响分析[J].沙漠与绿洲气象,2022,16(2):64-68.

doi:10.12057/j.issn.1002-0799.2022.02.009

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



气候变化对家燕物候期的影响分析

王燕¹,戴晨¹,曹晨²

(1.镇江市气象局,江苏 镇江 212003;2.丹徒区气象局,江苏 镇江 212100)

摘要:对镇江地区1984—2019年家燕物候资料(始见、绝见期)及同期气温、降水、日照等气象资料对比分析,结果表明:近36 a镇江地区家燕始见期在波动变化中呈提前的趋势,以4 d/10 a的速率提前。绝见期在波动变化中呈推后的趋势,以5 d/10 a的速率推后。间隔期在波动变化中呈延长的趋势,以9 d/10 a的速率延长;近36 a镇江地区平均气温呈极显著的上升趋势,日照时数呈弱减少趋势,累积降水量呈弱增加趋势;四季的平均温度均呈极显著的上升趋势,以春季最为显著。日照时数整体呈减少的趋势,其中秋季的总日照时数减少最明显。累积降水量变化趋势均不明显。对家燕始、绝见期年际波动特征分析表明,家燕始见期提前而绝见期推迟的年份占38.9%,家燕始见、绝见期呈同步变化即同步提前或同步推迟的年份占30.5%,始见期推迟而绝见期提前的年份占13.9%。家燕始见期的变化对气温、日照和降水的变化响应敏感;绝见期的变化只对气温的变化响应敏感;间隔期(停留期)的变化对气温、日照的变化响应敏感。

关键词:气候变化;家燕;物候;敏感

中图分类号:S165.21

文献标识码:A

文章编号:1002-0799(2022)02-0064-05

物候是指生物长期适应温度条件的周期性变化,如草木荣枯、候鸟去来。物候现象与气候等环境因素息息相关,物候对全球变暖的响应正在成为物候研究的一个新的热点领域。鸟类是日常生活中最常见和活跃的生态系统组成部分之一^[1-2],对气候和环境的改变反应相当敏感,可看作气候变化的指示器之一^[3]。研究气候变化对鸟类的影响已成为国内外关注的焦点^[4-5]。

家燕是全球性的迁徙鸟种,也是大自然的捕虫专家,依赖人类建筑物营巢,具有重要的生态和文化价值^[6]。家燕也是我国常见的一种夏候鸟,每年春季由南方越冬地迁往北方进行繁殖。繁殖结束后,秋季又迁徙到南方越冬。气候变暖使得鸟类繁殖期提前^[7-8]并影响着候鸟的迁徙时间^[9-10]。

在全球变暖的大背景下,镇江地区的气候也发生了相应的改变,并对迁飞经过的家燕物候期产生

影响。镇江地区研究家燕物候期变化方面的文章相对较少,尤其是气候变化对其影响的分析少见。本文通过对迁飞经过镇江市农业气象研究所家燕始见、绝见期观测资料的分析,研究了家燕始见、绝见和间隔期的变化特征,以期掌握家燕物候的变化特征,为动物生态研究、生态环境保护的开展提供重要的指导。同时,研究气候变化对家燕物候期的影响为全球气候变化研究提供重要佐证,也为可持续发展和当地农业生产等应用研究提供科学参考。

1 资料与方法

1.1 资料来源

镇江市1984—2019年家燕物候资料(始见、绝见期)及同期气象资料(气温、降水、日照)均来源于镇江市农业气象研究所。镇江市农业气象研究所是国家农业气象观测基本站,自1984年1月1日至今由农业气象观测员对家燕活动状态进行观测记录。观测方法根据《农业气象观测规范》对物候观测的规定,观测记录每年家燕的始见、绝见日期。家燕每年

收稿日期:2020-09-17;修回日期:2021-04-25

作者简介:王燕(1985—),女,高级工程师,主要从事气象服务与应用气象。E-mail:351201571@qq.com

春季最早飞来巢窝的日期为家燕始见日期,即可记录日、月。秋季家燕离巢飞往南方的日期为绝见期。

1.2 研究方法

物候期采用儒略日换算方法,即物候期出现的日期为从1月1日到物候期的实际天数。采用一次线性方程对研究对象(气候、物候)的变化趋势进行拟合,方程中的系数采用最小二乘法加以确定,并分别做线性趋势的显著性检验。

对各气象要素与家燕物候期进行相关分析,相关系数采用 Pearson 相关系数法,并做显著性检验。

2 镇江地区气候变化与家燕物候变化特征分析

2.1 镇江地区气候变化特征分析

从表1可知,近36 a 镇江市平均气温呈极显著的上升趋势,日照时数呈弱减少趋势,但未通过显著性检验。累积降水量呈弱增加趋势,也未通过显著性检验。四季的平均温度均呈极显著的上升趋势,其中以春季最为显著,增温幅度达0.8℃/10 a。日照时数整体呈减少的趋势,主要是近年来大气污染严重,导致云量和气溶胶增多,进而增强了大气对太阳光的反射及吸收作用,使太阳辐射减小,日照时数下降^[1]。其中秋季的总日照时数减少最明显,其他季节的变化不显著,累积降水量变化趋势均不明显。

表1 1984—2019年各气候因子的趋势变化倾向率

气象要素	年	春季	夏季	秋季	冬季
平均气温/(℃/10 a)	0.47**	0.80**	0.39**	0.38**	0.33*
总日照/(h/10 a)	-52.16	9.18	-19.73	-32.35*	-9.26
累积降水/(mm/10 a)	47.61	-2.93	22.49	14.87	11.82

注:*和**分别表示通过0.05和0.01的显著性检验。

2.2 家燕物候变化特征分析

近36 a 镇江市家燕始见期最早出现在3月10日(1989年),最晚出现在6月4日(1997年),两者相差86 d。平均出现在4月13日。

1984—2019年,始见日期在波动变化中呈提前的趋势,线性趋势表明,始见日期表现出以4 d/10 a 的速率提前(图1)。

绝见日期最早出现在7月4日(1987年),最晚出现在10月25日(1985年),两者相差113 d。平均出现在9月20日。

1984—2019年,绝见日期在波动变化中呈推后的趋势,线性趋势表明,绝见日期表现出以5 d/10 a 的速率推后(图2)。

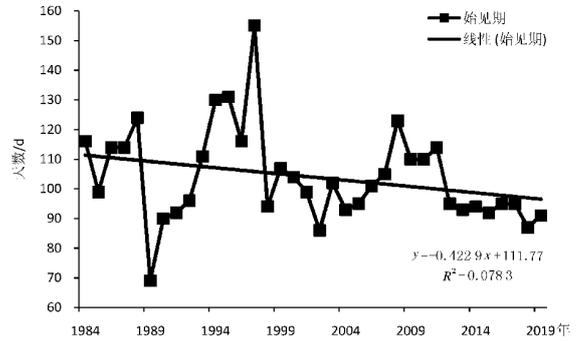


图1 家燕始见期变化趋势

家燕停留期为3—10月,近36 a 家燕停留期(始见、绝见日期间隔日数)随月份变化而呈波动变化趋势,平均停留期为160 d。1985年停留时间最长,为199 d,1987年停留时间最短,为71 d,两者相差128 d。停留期在波动变化中呈显著的上升趋势,速率为9 d/10 a,并通过0.05的显著性检验(图3)。

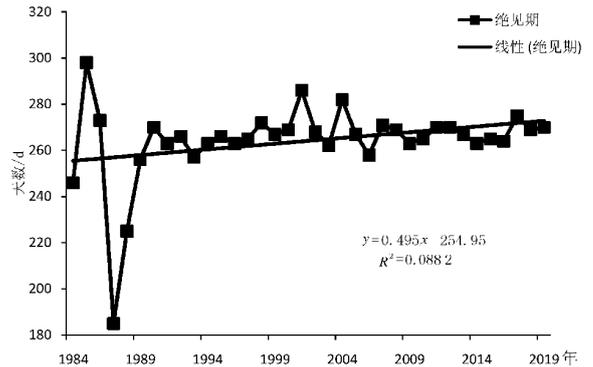


图2 家燕绝见期变化趋势

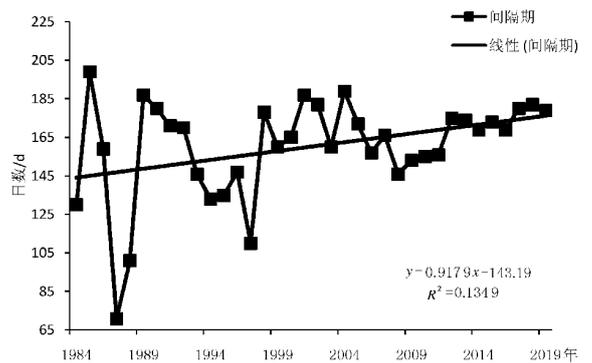


图3 家燕间隔期变化趋势

3 家燕始见、绝见期的年际波动特征

采用下列标准确定家燕物候期年际波动特征是否异常:

$$|X_i - \bar{X}| \geq S_i \text{ 或 } |X_i - \bar{X}| < S_i \quad (1)$$

式中, X_i 表示某年家燕的始见、绝见日期, \bar{X} 是家燕

多年平均始见、绝见日期, S_i 表示家燕始见、绝见日期的标准差。如果 $|X_i - \bar{X}| = 0$, 说明该年家燕始见、绝见日期没有波动。当 $|X_i - \bar{X}| < S_i$ 时, 表示该年家燕始见、绝见日期属于正常年份。其中, $-S_i < (X_i - \bar{X}) < 0$, 表示该年家燕始见、绝见日期正常偏早, 当 $0 < (X_i - \bar{X}) < S_i$ 时, 表示该年家燕始见、绝见日期正常偏晚。当 $|X_i - \bar{X}| \geq S_i$ 时, 表示该年家燕始见、绝见期属于异常年型, 其中 $(X_i - \bar{X}) \leq -S_i$, 表示该年家燕始见、绝见日期异常偏早, $(X_i - \bar{X}) > S_i$ 表示该年家燕始见、绝见日期异常偏晚。

运用以上判据对家燕始见、绝见日期迟早年型进行划分, 从表2中可以看出, 近36 a 镇江地区家燕始见、绝见期同步提前的年份有1989、2003、2006年(3 a, 占8.3%), 同步推迟的年份有1986、1995、1997、1999、2007、2008、2010、2011年(8 a, 占22.2%), 同步变化共占30.5%。

表2 家燕始见、绝见期迟早年

始见	年	绝见	年
正常偏早	1985、1990、1991、1992、1998、2001、2003、2004、2005、2006、2012、2013、2014、2015、2016、2017、2019	正常偏早	1989、1993、1996、2003、2006
正常偏晚	1984、1986、1987、1993、1996、1999、2007、2009、2010、2011	正常偏晚	1986、1990、1992、1995、1997、1998、1999、2000、2002、2005、2007、2008、2010、2011、2012、2013、2015、2017、2018、2019
异常偏早	1989、2002、2018	异常偏早	1984、1987、1988
异常偏晚	1988、1994、1995、1997、2008	异常偏晚	1985、2001、2004
无变化	2000	无变化	1991、1994、2009、2014、2016

但也有年份出现了家燕始见、绝见期波动明显不同步, 其中始见期提前而绝见期推迟的年份有1985、1990、1992、1998、2001、2002、2004、2005、2012、2013、2015、2017、2018、2019年(14 a, 占38.9%), 家燕始见、绝见日期间隔日数明显延长, 即家燕停留时间延长; 始见期推迟而绝见期提前的年份有: 1984、1987、1988、1993、1996年(5 a, 占13.9%), 家燕始见、绝见日期间隔日数明显缩短, 即家燕停留时间缩短。

4 主要气候因子对家燕物候期的影响

为了解影响家燕各物候期的敏感气候因子, 计算家燕各物候期与同期平均气温、总日照时数和累积降水量及始见期与1—6月、绝见和间隔期与3—10月各气象要素的 Pearson 相关系数, 并进行显著

性检验。

4.1 气温对家燕物候的影响

外界的环境温度对动物生命活动起着尤为重要的作用, 直接或间接地影响着动物的生长、发育、繁殖、生活状态、行为。家燕是一种喜暖的候鸟, 且对外界的气温变化有很强的敏感性^[2]。鸟类在春季迁回繁殖地是随着气温的上升和食物的增多而实现的^[3]。

由表3可知, 家燕始见期与平均气温、1和4月平均气温呈负相关, 均通过0.05的显著性检验。其中家燕始见期与4月平均温度的关系最明显。4月是家燕始见最多的月份, 温度升高会引起毛虫数量高峰期提前到来^[4], 给家燕提供充足的食物来源, 从而促使家燕提前北迁到镇江地区。

表3 1984—2019年各气候因子与家燕物候期的 Pearson 相关系数

气象因子	始见期	绝见期	间隔期
平均气温 $T/^\circ\text{C}$	-0.333*	0.273	0.384*
1月平均气温 $T_1/^\circ\text{C}$	-0.339*		
3月平均气温 $T_3/^\circ\text{C}$			0.346*
4月平均气温 $T_4/^\circ\text{C}$	-0.362*		0.405*
5月平均气温 $T_5/^\circ\text{C}$		0.333*	
9月平均气温 $T_9/^\circ\text{C}$		0.324*	0.364*
总日照 S/h	0.203		-0.254
5月总日照 S_5/h	0.451**		-0.371*
累积降水 R/mm	-0.342*	-0.141	0.113

注: * 和 ** 分别表示通过0.05和0.01的显著性检验。

绝见、间隔期(停留期)与平均气温呈正相关, 绝见期与平均气温虽然没有达到显著性水平, 但平均气温升高, 会使家燕绝见期延长。绝见期与5、9月平均气温呈显著正相关。5月气温升高, 有利于虫卵的孵化, 便于家燕捕食, 为其向南迁飞提供足够能量。9月为家燕向南方迁回的集中时期, 此时温度升高, 会使得家燕停留捕食, 补充能量, 使绝见期推后, 间隔期相应延长。间隔期还与3、4月平均气温呈显著正相关, 尤以4月气温最为显著, 因为4月气温升高, 毛虫数量增多, 家燕提前迁来, 始见期提前, 间隔期相应延长。

4.2 日照对家燕物候的影响

随着日照长度的延长, 通过松果腺的作用, 刺激鸟类脑下垂体催乳素和促肾上腺皮质激素分泌增加, 在激素综合作用下, 使鸟类完成一系列迁徙的生理准备, 待有利气候条件来临进行迁徙^[5]。

由表3可见,家燕始见期与总日照数呈正相关,但未通过显著性检验。家燕始见期与5月总日照时数的相关系数较高,通过0.01的极显著检验。鸟类对气候的改变比较敏感,当5月日照减少时,家燕提前迁飞至繁殖地营巢、产卵,利用更长的白天觅食、哺育幼雏。

家燕绝见期与总日照时数和各月日照时数相关均不明显,说明家燕绝见期对日照时数影响不敏感。间隔期与总日照数呈负相关,但未通过显著性检验。间隔期与5月总日照时数的相关性最为密切。因为间隔期与始见和绝见期有关,始见期提前,导致间隔期相应延长。

4.3 降水对家燕物候的影响

水不仅是动物有机体的重要组成部分,还影响动物的新陈代谢及其他活动,除了喜湿动物的生长发育对水分条件依赖性较强外,大部分动物对降水造成的影响都可通过自身生理机能进行调节。

降水量对家燕物候的影响较温度和日照要小,仅家燕始见期与降水量呈较显著的负相关。

5 结果和讨论

(1)近36 a镇江市平均气温呈极显著的上升趋势,日照时数、累积降水量变化趋势不明显。四季的平均温度均呈极显著的上升趋势,春季最为显著。日照时数整体呈减少的趋势,其中秋季的总日照时数减少最为明显。累积降水量变化趋势均不明显。

(2)近36 a镇江市家燕始见日期在波动变化中呈提前的趋势,始见日期以4 d/10 a的速率提前。绝见日期在波动变化中呈推后的趋势,以5 d/10 a的速率推后。家燕停留期在波动变化中呈显著的上升趋势,速率为9 d/10 a。家燕停留期的延长有利于农田、果园的生产和园林景观的保护。

(3)家燕始见期提前而绝见期推迟的年份占38.9%,家燕始见、绝见期呈同步变化(同步提前或同步推迟)的年份占30.5%,始见期推迟而绝见期提前的年份占13.9%。

(4)家燕始见期与平均气温、1和4月平均气温呈负相关,均达到显著水平,与5月总日照时数的相关系数达到极显著水平,与年累积降水量呈较显著的负相关。绝见期与平均气温呈正相关,与5、9月平均气温呈显著正相关。间隔期(停留期)与平均气温、3、4、9月平均气温呈显著正相关,与总日照数呈负

相关,与5月总日照时数的相关最为密切。

候鸟物候期的研究比较复杂,除镇江地区气候条件对家燕物候期变化影响之外,还受迁徙经过地、越冬地及周围生态环境等的影响,另外动物之间食物链的制约关系在一定程度上也对物候变化有影响。人为观测误差,对所得结论准确性也有一定影响。

参考文献:

- [1] 郭飞燕,蔡东菊,周斌,等.青岛地区气候变化对动物物候变化的影响研究[J].气候变化研究进展,2019,15(1):62-73.
- [2] 孙丰硕.不同城市化水平鸟类群落特征及城区鸟类对环境因子的选择[D].北京:北京林业大学,2016.
- [3] 白素琴,李兰.哈密市1980—2008年家燕停留时间与气象因子的关系[J].沙漠与绿洲气象,2009,3(5):40-43.
- [4] 彭少麟,李勤奋,任海.全球气候变化对野生动物的影响[J].生态学报,2002,22(7):1153-1159.
- [5] 杨丽惠,郑有飞,许遐祯,等.气候变化对两种候鸟物候期的影响初探—以大丰市调查为例[J].中国农业气象,2010,31(3):338-343.
- [6] 张凯,张萌萌,徐雨.家燕种群变化趋势研究进展[J].四川动物,2019,38(5):587-593.
- [7] DUNN P O, WINKLER D W. Climate change has affected the breeding date of tree swallows throughout North America [J]. Proceedings of the Royal Society B, 1999, 266(1437):2487-2490.
- [8] BOTH C, VISSER M E. Adjustment to climate change is constrained by arrival date in a long-distance migrant bird[J]. Nature, 2001, 411(6835):296-298.
- [9] JENNI L, KERY M. Timing of autumn bird migration under climate change: advances in long-distance migrants, delays in short-distance migrants[J]. Proceedings of the Royal Society B, 2003, 270(1523):1467-1471.
- [10] IPCC. Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.
- [11] 沈振,曾燕,肖卉,等.江苏省日照时数的气候特征分析[J].气象科学,2007,27(4):425-429.
- [12] 刘秀珍.中国两种常见的动物物候初探[J].江西农业大学学报,1987,9(1):23-30.
- [13] BERTHOLD P. Bird migration: A general survey[M]. New York: Oxford University Press, 1993:10-86.
- [14] VISSER M E, HOLLEMAN J M. Warmer springs disrupt the synchrony of oak and winter moth phenology[J]. Proc Roy Soc B, 2001, 268(1464):289-294.
- [15] 高武.经济鸟类学[M].北京:首都师范大学出版社,1997.

Impact of Climate Change on the Phenology of Swallow

WANG Yan¹, DAI Chen¹, CAO Chen²

(1.Zhenjiang Meteorological Bureau, Zhenjiang 212003, China;

2.Dantu Meteorological Bureau, Zhenjiang 212100, China)

Abstract Comparative analysis on phenological data (the first seen date, the last seen date) and meteorological data such as temperature, precipitation, sunshine hours in Zhenjiang area from 1984 to 2019 shows that, in the past 36 years, the first seen date of swallows in Zhenjiang area has shown an advanced trend with a rate of 4 d/10 a. The last seen date has a postponed trend of a rate of 5 d/10 a. The interval days has been prolonged with a rate of 9 d/10 a; the annual average temperature in Zhenjiang has shown an increasing trend, the annual sunshine hours show a weak decreasing trend, and the cumulative precipitation shows a weak increasing trend; the average temperature of the four seasons shows a very significant upward trend, especially in spring. The total sunshine hours show a decreasing trend, and the total sunshine hours in autumn decrease most significantly. The change trend of cumulative precipitation is not significant. The analysis on the characteristics of the interannual fluctuation of the first and last date of swallows shows that: the years with earlier onset and delayed extinction account for 38.9%, and the years of the first date and last date of swallows synchronously change, that is, synchronously advance or synchronously postpone, account for 30.5%, 13.9% of the years with delayed onset and earlier extinction. The change of the beginning period of house swallow is sensitive to the change of air temperature, sunshine hours and precipitation, the change of the extinct period is sensitive to the change of air temperature, and the change of the interval period is sensitive to the change of temperature and sunshine hours.

Key words climate change; swallow; phenology; sensitivity