

西藏年楚河流域冬季鸟类多样性

贺 凯,王壮壮,樊海德,朱时应,普 布*

(西藏大学 理学院,西藏 拉萨 850000)

摘要: 为了解西藏年楚河流域冬季鸟类多样性及其与环境因子的关系,于2019年冬季及2020年冬季,根据年楚河流域地理特征结合植被类型选取草地、农田、沙棘林及湿地四种典型生境类型进行研究。共记录到冬季鸟类50种,隶属于12目25科,其中国家Ⅰ级重点保护鸟类4种,Ⅱ级重点保护鸟类5种;留鸟38种,冬候鸟8种,旅鸟3种,迷鸟1种;古北界种类31种,东洋界种类6种,广布种13种。在不同生境中,湿地鸟类个体数最多,农田鸟类物种数最多,沙棘林的群落多样性指数最高。海拔与温度是影响鸟类群落结构与活动的主要环境因子,地表植被盖度对鸟类活动也存在一定影响。研究区域生态环境稳定,两个冬季鸟类物种数和个体数基本相似,鸟类群落结构无显著差异。年楚河流域鸟类资源丰富,是冬候鸟的重要越冬地。

关键词: 年楚河流域;冬季;鸟类;群落特征

中图分类号: Q958.15

文献标志码: A

文章编号: 2096-3491(2022)02-0179-10

Bird diversity in winter in Nianchu River Basin, Tibet

HE Kai, WANG Zhuangzhuang, FAN haide, ZHU Shiying, Phurbu*

(College of Science, Tibet University, Lhasa 850000, Tibet, China)

Abstract: In order to understand avian diversity in winter and its relationship with environmental factors in the Nianchu River Basin, Tibet, we conducted bird survey in four typical habitats (grassland, farmland, seabuckthorn forest and wetland) in the Nianchu River Basin in winter 2019 and winter 2020. A total of 50 bird species were recorded, belonging to 12 orders and 25 families. Among them, there were 4 Class-I and 5 Class-II nationally protected bird species. There were 38 residents, 1vagrant visitor, 8 winter visitors and 3 passage migrants, of which 31 species of palaearctic origin, 6 species of oriental origin, and 13 species were widespread. The number of individuals was highest in wetlands, the number of species was highest in farmland, and the community diversity indices were highest in seabuckthorn forest. Altitude and temperature were the main environmental factors affecting the community structure and activities of birds, and vegetation coverage also had a certain effect on the activities of birds. The ecological environment of the study area was stable, the numbers of bird species and individuals were similar, and there was no significant difference in the community structure in the two winters. Nianchu River Basin is rich in bird resources and is an important wintering place for winter migratory birds.

Key words: Nianchu River Basin; winter; birds; community characteristics

0 引 言

生物多样性主要包含物种多样性、遗传多样性和生态系统多样性,物种多样性是由数以万计的动

物、植物、微生物共同构成,开展对生物多样性的研究和保护,是实现可持续发展和生态文明建设的重要基础^[1~3]。生物多样性的监测和评估是开展生物多样性保护和利用的重要基础工作,也是维持生态平衡和

收稿日期:2021-12-08 修回日期:2022-03-15 接受日期:2022-04-25

作者简介:贺凯(1994-),男,硕士生,主要研究方向为动物生态学。E-mail:571549040@qq.com

*通讯联系人:普布(1970-),男,硕士,副教授,主要研究方向为动物生态学。E-mail:purbuzd@163.com

基金项目:“一江四河”流域生物多样性调研与维持机制评价综合科学考察项目(藏财教指[2019]01号);2020年校级一流本科专业建设点—生物科学(藏财教指[2018]54号)

引用格式:贺凯,王壮壮,樊海德,等. 西藏年楚河流域冬季鸟类多样性[J]. 生物资源, 2022, 44(2): 179-188.

He K, Wang Z Z, Fan H D, et al. Bird diversity in winter in Nianchu River Basin, Tibet [J]. Biotic Resources, 2022, 44(2): 179-188.

构建生态文明社会的重要组成部分^[4]。鸟类作为自然界生态系统的重要组成部分,在生态营养级中处于中高层,对环境和景观塑造、生态平衡的维持都具有重要作用。善于飞翔的鸟类对栖息地选择和环境变化非常敏感^[5],因此被广泛用作监测生物多样性、生态环境的重要指示物种^[6]。长期观测和研究生态系统内的鸟类多样性,分析鸟类与诸多环境因子之间的关系,不仅能够了解栖息地变化后鸟类的动态变化,对于珍稀濒危鸟类的保护也具有具有重要的指导意义^[7]。

年楚河流域地处“地球第三极”之称的青藏高原,平均海拔4 000 m,是全球气候变化的敏感区和关键区,独特的高寒环境已经成为影响东亚乃至全球气候系统的重要因素^[8]。开展青藏高原年楚河流域鸟类多样性的研究,探究两个冬季间鸟类的群落变化及寻找影响鸟类群落结构的环境因子,为该流域的环境评估提供科学依据,为保护鸟类等生物资源及其栖息环境提供合理建议。

1 研究区域概况与研究方法

1.1 研究区域概况

年楚河发源于喜马拉雅山脉中段北麓的雪山,是雅鲁藏布江中上游最大的支流。年楚河流域(88°35′~90°15′ E, 28°10′~29°20′ N)面积约为11 130 km²,海拔3 800~5 100 m,河流主干流全长217 km^[9],日喀则市及三个下属县(白朗县、江孜县、康马县)的全部或大部分区域均有分布^[10],属于国家Ⅰ级保护动物黑颈鹤的重要栖息地。年楚河流域属高原温带半干旱气候区,具有气温低、日温差大、太阳辐射强烈、空气干燥、风大、降水量少、蒸发量大等高原独特的气候特点^[11]。流域径流主要由冰川积雪融水、降水和地下水补给。年均降水量429 mm,降水量在年内分配不均匀,6~9月降水量约占全年降水量的94%。其中,下游日喀则的年平均降水量为434 mm、中游江孜为288.3 mm,中游龙马河一带受羊卓雍错和卡若拉冰川的影响,降水量略高于江孜^[12]。冰川融水是年楚河的重要补给水源^[13]。年楚河流域野生植物种类主要有江孜沙棘(*Hippophae gyantsensis*)、西藏沙棘(*Hippophae tibetana*)、高山嵩草(*Kobresia pygmaea*)、垫状点地梅(*Androsace tapete*)、蕨麻委陵菜(*Potentilla anserina*)、肉果草(*Lancea tibetica*)、垂穗披碱草(*Elymus nutans*)等,野生哺乳动物主要有西藏野驴(*Equus kiang*)、岩羊(*Pseudois nayaur*)、藏原羚(*Procapra picticaudata*)、高原兔(*Lepus oiostolus*)等。

1.2 研究方法

2019年与2020年12月14日至29日,根据西藏年楚河流域地理环境特征及植被类型,选取草地、农田、沙棘林、湿地四种典型生境类型,采用系统抽样法对鸟类物种多样性进行了研究。每种生境选择9个样点,共设置了36个样点,每3个相邻的同生境样点,组成一个生境研究样地,每样地的3个样点之间的距离保持在1 000 m以上,以确保样点之间的独立性。

年楚河流域流经康马县、江孜县、白朗县和日喀则市,在日喀则市东北角汇入雅鲁藏布江。草地生境类型集中在康马县西南部高海拔地区;农田生境类型分布广泛,在康马县、江孜县与白朗县各选择3个样点;沙棘林生境样点多数集中在江孜县,部分样点分布于临近江孜县的康马县北部;湿地生境分布也较广泛,在江孜县、白朗县与日喀则市均做有湿地样点。

用可变半径样点法及以各样点为中心向两侧各延伸500 m的样线法开展鸟类研究,各样线长1 000 m,进行鸟类数据采集,各样点位置选择随机样方,进行环境因子的测量^[14]。利用双筒望远镜和单筒望远镜对样线鸟类进行观察(观察时间为30 min),并结合鸟类鸣声、飞行姿态等行为信息进行识别,统计记录种类及数量。利用长焦相机,进行辅助观察。对于野外未识别的鸟类物种,结合拍摄到的影像资料及特征记录,进行再一次鉴定和核实。鸟类分类的鉴定参考《中国鸟类野外手册》^[15]《中国鸟类图志》^[16,17]与《西藏鸟类志》^[18],结合《中国鸟类分类与分布名录(第三版)》^[19]进行确定。区系和分布型参考《中国动物地理》^[20],保护级别参考《中国濒危物种红皮书》^[21]《国家重点保护野生动物名录》^[22]和《国家保护的有益的或者具有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》^[23]。

用1 m×1 m的样方估测植被覆盖度,并取样方内4个角和中央植物高度的平均值作为植被高度。用干-湿差值法测量土壤含水量。用GPS测定海拔高度和经纬度。用土温测试仪测定土壤温度。

1.3 数据分析

用Excel 2010对数据进行整理;使用R 4.0.4计算各多样性指数并进行分析。正式分析前对数据进行正态分布检验来确定使用参数统计或非参数统计,以保证分析的正确性。利用方差分析检验不同生境各样点鸟类多样性两年间的差异,并用Tukey真实显著差异法进一步检验。利用逐步回归探究所测环境因子对鸟类多样性的影响。

采用Berger-Parker优势度指数(*I*)计算不同生

境中鸟类物种的优势度等级: $I = N_i/N$, N_i 为物种*i*的个体数, N 为全部物种的总个体数。 $I \geq 0.05$ 为优势种, $0.005 \leq I < 0.05$ 为常见种, $I < 0.005$ 为少见种或偶见种。

群落多样性指数:①Shannon-Wiener多样性指数: $H' = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$; ②Pielou均匀性指数: $E = H'/\ln S$; ③Simpson优势度指数: $D = 1/\sum_{i=1}^S P_i^2$ 。其中, P_i 为该物种的个体数量与所有物种个体总数量的比值, S 为计算范围内鸟类的物种数目。

2 结果与分析

2.1 鸟类物种组成

2019年与2020年冬季年楚河流域的鸟类调查研究结果显示,共记录到鸟类个体11 944只,隶属12目25科50种。其中,雀形目(Passeriformes)12科27种,占鸟类总种数的54%;鹰形目(Accipitriformes)1科6种,占鸟类总种数的12%;雁形目(Anseriformes)1科5种,占鸟类总种数的10%。雁形目鸟类种数少,但是个体数量大,占观察到的鸟类总数量的60.28%(表1)。优势种为斑头雁(*Anser indicus*)、赤麻鸭(*Tadorna ferruginea*)、岩鸽(*Columba rupestris*)、角百灵(*Eremophila alpestris*),分别占鸟类总数量的39%、20%、14.3%、7%,常见种有15种,其余为少见种和偶见种,共31种。

2.2 珍稀鸟类组成

中国特有鸟类3种,占中国特有鸟类总数(93种)的3.23%,分别是灰腹噪鹛(*Trochalopteron henrici*)、地山雀(*Pseudopodoces humilis*)、藏乌鸲(*Turdus maximus*)。国家Ⅰ级重点保护鸟类4种:白尾海雕(*Haliaeetus albicilla*)、金雕(*Aquila chrysaetos*)、秃鹫(*Aegypius monachus*)、黑颈鹤(*Grus nigricollis*);Ⅱ级重点保护鸟类5种:苍鹰(*Accipiter gentilis*)、大鵟(*Buteo hemilasius*)、雀鹰(*Accipiter nisus*)、红隼(*Falco tinnunculus*)、大草鹞(*Babax waddelli*)。《中国濒危动物红皮书》中易危物种1种:黑颈鹤;近危物种4种:秃鹫、白眼潜鸭(*Aythya nyroca*)、大草鹞(*Babax waddelli*)、拟大朱雀(*Carpodacus rubicilloides*)(表2)。国家保护的有益或者有重

表1 年楚河流域冬季鸟类群落组成
Table 1 Composition of bird community in the Nianchu River basin in winter

目	科	种	种比例/%	个体数	个体数比例/%
鸡形目	1	1	2	16	0.134 0
雁形目	1	5	10	7 201	60.289 7
鸽形目	1	2	4	1 719	14.392 2
夜鹰目	1	1	2	1	0.008 4
鹤形目	1	1	2	4	0.033 5
鸮形目	2	3	6	30	0.251 2
鹳鸟目	1	1	2	17	0.142 3
鸬形目	1	1	2	1	0.008 4
鹰形目	1	6	12	16	0.134 0
犀鸟目	1	1	2	2	0.016 7
隼形目	1	1	2	4	0.033 5
雀形目	13	27	54	2 933	24.556 3
合计	25	50	100	11 944	100

要经济、科学研究价值的(“三有”)陆生野生鸟类40种,占野生鸟类总种数的80%。

2.3 鸟类居留型及区系

西藏年楚河流域鸟类群落以古北界鸟类为主,共计30种,占该地区冬季鸟类种数的60%;东洋界鸟类7种,占该地区冬季鸟类种数的14%;其余13种为广布种。该流域冬季鸟类以古北界为主,分布型除不易归类的分布外,以高地型、古北型、全北型为主,具有突出的地域性特点,符合该区动物地理的划分。区系混杂了东洋界部分种类成分,出现一定数量的东洋界鸟类,体现了本区属于古北界但毗邻东洋界西南区的区系特点。鸟类具有迁徙性,区系特征分析也应建立在居留型鸟类种数统计基础上^[20]。在研究区域共发现留鸟38种,占总种数的76%;迷鸟1种,占总种数的2%;冬候鸟8种,占总种数的16%;旅鸟3种,占总种数的6%(表2)。高海拔鸟类不是单纯的经纬度迁徙,还存在随海拔梯度垂直迁徙的可能^[24]。年楚河流域冬季气温下降,鸟类从高海拔垂直迁徙至低海拔,而非只是迁徙至其他区域,鸟类居留型组成中留鸟占较大比例。

表2 年楚河流域不同生境冬季鸟类物种组成
Table 2 The composition of bird species in different habitats of the Nianchu River basin in winter

目	科	种名	居留型	动物区系	分布型	优势度等级	RDB	保护等级	生境类型
鸡形目	雉科	高原山鹑(<i>Perdix hodysoniae</i>)	Re	O	P	+			农田,沙棘林

续表									
目	科	种名	居留 型	动物 区系	分布 型	优势度 等级	RDB	保护 等级	生境类型
雁形 目	鸭科	斑头雁(<i>Anser indicus</i>)	W	P	H	+++			农田,沙棘林,湿地
		赤麻鸭(<i>Tadorna ferruginea</i>)	Re	P	U	+++			农田,沙棘林,湿地
		绿头鸭(<i>Anas platyrhynchos</i>)	Re	C	C	++			农田,沙棘林,湿地
		普通秋沙鸭 (<i>Mergus merganser</i>)	Re	P	C	++			农田,沙棘林,湿地
		白眼潜鸭(<i>Aythya nyroca</i>)	W	P	O	+	NT		湿地
鸽形 目	鸠鸽科	山斑鸠(<i>Streptopelia orientalis</i>)	Re	C	E	+			农田,沙棘林
		岩鸽(<i>Columba rupestris</i>)	Re	C	O	+++			草地,农田,沙棘林,湿地
夜鹰 目	夜鹰科	普通夜鹰 (<i>Caprimulgus indicus</i>)	W	O	W	+			草地
鹤形 目	鹤科	黑颈鹤(<i>Grus nigricollis</i>)	W	P	P	+	VU	I	湿地
鸻形 目	鹬科	矶鹬(<i>Actitis hypoleucos</i>)	P	P	C	+			农田,湿地
		青脚鹬(<i>Tringa nebularia</i>)	P	P	U	+			湿地
	鸥科	渔鸥(<i>Lchthyaetus ichthyaetus</i>)	Re	C	D	+			湿地
鸺鸟 目	鸺鹠科	普通鸺鹠 (<i>Phalacrocorax carbo</i>)	W	C	O	+			湿地
鸬形 目	鹭科	大白鹭(<i>Casmerodius albus</i>)	W	C	O	+			湿地
鹰形 目	鹰科	白尾海雕(<i>Haliaeetus albicilla</i>)	W	P	O	+	VU	I	湿地
		苍鹰(<i>Accipiter gentilis</i>)	W	C	C	+	NT	II	沙棘林
		大鵟(<i>Buteo hemilasius</i>)	Re	P	D	+	VU	II	草地
		金雕(<i>Aquila chrysaetos</i>)	Re	P	C	+	VU	I	草地
		雀鹰(<i>Accipiter nisus</i>)	Re	P	U	+		II	沙棘林
		秃鹫(<i>Aegypius monachus</i>)	Re	P	O	+	NT	I	草地,沙棘林
犀鸟 目	戴胜科	戴胜(<i>Upupa epops</i>)	Re	C	O	+			农田
隼形 目	隼科	红隼(<i>Falco tinnunculus</i>)	Re	C	O	+		II	农田,湿地
雀形 目	鸦科	渡鸦(<i>Corvus corax</i>)	Re	P	C	+			草地
		红嘴山鸦 (<i>Pyrhocorax pyrrhocorax</i>)	Re	P	O	++			草地,农田,沙棘林
	山雀科	喜鹊(<i>Pica pica</i>)	Re	P	C	++			农田,沙棘林,湿地
		大山雀(<i>Parus cinereus</i>)	Re	C	O	+			农田,沙棘林,湿地
		地山雀 (<i>Pseudopodoces humilis</i>)	Re	P	P	+			草地
	百灵科	角百灵(<i>Eremophila alpestris</i>)	Re	P	C	+++			草地,农田
		小云雀(<i>Alauda gulgula</i>)	Re	O	W	+			农田,湿地

续表

目	科	种名	居留 型	动物 区系	分布 型	优势度 等级	RDB	保护 等级	生境类型
	长尾山 雀科	花彩雀莺 (<i>Leptopoeile sophiae</i>)	Re	P	P	+			农田,沙棘林
	噪鹛科	大草鹛(<i>Babax waddelli</i>)	Re	O	P	++	NT		农田,沙棘林,湿地
		灰腹噪鹛 (<i>Trochalopteron henrici</i>)	Re	O	H	++			农田,沙棘林,湿地
	鸫科	红翅旋壁雀 (<i>Tichodroma muraria</i>)	Re	C	O	+			农田
	椋鸟科	紫翅椋鸟(<i>Sturnus vulgaris</i>)	P	P	O	+			农田
	鸫科	藏乌鸫(<i>Turdus maximus</i>)	Re	C	O	+			沙棘林
	岩鹳科	褐岩鹳(<i>Prunella fulvescens</i>)	Re	P	P	++			农田,沙棘林,湿地
		鸫岩鹳(<i>Prunella rubeculoides</i>)	Re	P	P	+			草地,农田,沙棘林
	雀科	白腰雪雀 (<i>Onychostruthus taczanowskii</i>)	Re	P	P	+			草地
		麻雀(<i>Passer montanus</i>)	Re	P	U	++			草地,农田,沙棘林,湿地
		棕颈雪雀 (<i>Pyrgilauda ruficollis</i>)	Re	P	P	+			草地
	鹡鸰科	白鹡鸰(<i>Motacilla alba</i>)	Re	C	U	++			农田,沙棘林,湿地
	燕雀科	白眉朱雀(<i>Carpodacus thura</i>)	Re	P	H	+			湿地
		红眉朱雀 (<i>Carpodacus pulcherrimus</i>)	Re	O	H	++			农田,沙棘林
		红胸朱雀 (<i>Carpodacu spuniceus</i>)	Re	P	P	++			农田,沙棘林,湿地
		黄嘴朱顶雀 (<i>Linaria flavirostris</i>)	Re	P	U	++			草地,农田
		拟大朱雀 (<i>Carpodacus rubicilloides</i>)	Re	P	P	++	NT		农田,沙棘林,湿地
		普通朱雀 (<i>Carpodacus erythrinus</i>)	V	P	U	+			农田
		曙红朱雀 (<i>Carpodacus waltoni</i>)	Re	O	H	++			农田,沙棘林
	鹎科	红腹红尾鹎 (<i>Phoenicurus erythrogaster</i>)	Re	P	P	++			草地,农田,沙棘林,湿地

居留型: S(夏候鸟), W(冬候鸟), Re(留鸟), P(旅鸟), V(迷鸟); 区系划分: P(古北界种类), O(东洋界种类), C(广布界物种); 分布型: P(高地型), H(喜马拉雅横断山区型), U(古北型), C(全北型), O(不易归类的分布), E(季风区型), W(东洋型), D(中亚型); 优势度等级: “+++”优势种, “++”常见种, “+”少见种或偶见种; RDB(濒危动物红皮书): VU, 易危; NT, 近危; I, 一级保护; II, 二级保护
residence status: S (summer migrant), W (winter migrant), R (resident), P (travelling), V (vagrant); arifauna division: P (palearctic realm), O (oriental realm), C (widespread realm); distribution type: P (alpine), H (Himalaya-Hengduan Mountains), U (palearctic), C (holarctic), O (unknown), E (monsoon), W (oriental), D (mid-Asian); dominance degree: “+++” dominant species, “++” common species, “+” rare species; RDB, Chinese red list of endangered animal species; VU, vulnerable; NT, near threatened; I, level 1 protection; II, secondary protection

2.4 鸟类群落多样性

年楚河流域冬季鸟类物种数农田>湿地>沙棘林>草地; 鸟类个体数湿地>农田>草地>沙棘林; Shannon-Wiener多样性指数沙棘林>农田>湿地>草地; Pielou均匀度(E)沙棘林>农田>草地>湿

地; Simpson优势度指数(D)沙棘林>农田>湿地>草地(表3)。鸟类的个体数($F=0.345, P=0.559$)、物种数($F=0.922, P=0.340$)与Shannon-Wiener多样性指数($F=0.736, P=0.394$)在两个冬季不同样点间无明显变化, 统计学上的差异均未达到显著性

水平($P>0.05$)。除去异常值影响,两个冬季的鸟类物种数和个体数基本相似,鸟类群落变化平稳。鸟类的物种数($F=16.98, P=2.45e^{-8}$)、个体数($F=4.904, P=0.004$)与 Shannon-Wiener 多样性指数($F=22.93, P=2.29e^{-10}$)在不同生境各样点间存在极显著差异。其中,物种数差异体现在草地生境上,草地与其他生境类型皆存在显著差异,其他生境间无显著差异;Shannon-Wiener 多样性指数在农田与湿地各样点间无显著差异($P=0.663$),其他样点间皆存在极显著差异(图1)。年楚河流域为西藏重要的农业区,多种生境周围都有农田,物种数较多;湿地主要为雁形目鸟类的迁徙地,雁形目鸟类冬季迁徙种群数量庞大,且喜欢聚群,故湿地鸟类个体数最多,均匀度最低。迁徙鸟类也会在农田中停留觅食,农田与湿地的鸟类多样性指数差异较小。沙棘林较之其他生境有丰富的垂直结构,且人为干预较少,多样性指数高。

表3 年楚河流域不同生境冬季鸟类群落多样性指数
Table 3 The avian diversity indexes in different habitats in the Nianchu River basin in winter

生境类型	个体数	物种数	H'	E	D
草地	1 800	15	1.130 8	0.417 6	0.587 1
农田	3 627	31	1.869 6	0.544 4	0.749 7
沙棘林	1 113	24	2.525 3	0.794 7	0.895 6
湿地	5 404	27	1.353 7	0.410 7	0.603 4

2.5 鸟类群落特征与环境因子的相关性

利用逐步回归检验年楚河流域鸟类群落各项指数与环境因子之间的关系,探究鸟类个体数、物种数和群落多样性指数与栖息环境的海拔高度、土壤温度、土壤含水量、地表植被盖度和地表植被高度之间的关系。自变量为各项环境因子,因变量为群落各项指数。数据逐步回归后得到数学表达式如下:

① $y_1(\text{物种数}) = -0.004 x_1 - 0.156 x_2 + 2.369 x_3 + 21.29, F=15.81, P=6.685e^{-8}, R^2=0.385;$

② $y_2(\text{个体数}) = -0.194 x_1 + 976.525, F=5.527, P=0.022, R^2=0.06;$

③ $y_3(\text{多样性指数}) = -0.000 7x_1 - 0.041x_2 + 0.033x_3 + 0.008x_4 + 3.902, F=10.59, P=1.041e^{-6}, R^2=0.351.$ 其中, x_1 为海拔高度, x_2 为土壤温度, x_3 为植被盖度, x_4 为植被高度。

鸟类物种数与海拔高度($SE=0.001, t=-4.042, P=0.000 1$)和土壤温度($SE=0.051, t=-2.957, P=0.004$)呈极显著负相关(图2),与植被盖度($SE=1.056, t=2.244, P=0.028$)呈显著正相关;海拔高度还与各样点鸟类个体数呈显著负相关($SE=0.083, t=-2.351, P=0.022$);所测的环境因子中,除土壤含水量外,皆会影响鸟类多样性指数,其中海拔高度和土壤温度有极显著影响(图2),且呈现负相关关系,地表植被高度与植被盖度的影响不显著。

对单一生境的分析发现,草地生境中鸟类的物种数与土壤的含水量呈显著正相关($P=0.034$),个体数与温度呈显著正相关($P=0.034$);农田生境中,土壤含水量与鸟类个体数呈显著负相关($P=0.012$),但与鸟类多样性指数呈极显著正相关($P=0.000 2$);沙棘林的地表植物盖度与鸟类物种数呈显著负相关($P=0.046$),地表植被高度与鸟类个体数呈极显著正相关($P=0.004$)。

3 讨论

年楚河流域属于古北界青藏区青海藏南亚区^[25],该地区鸟类在多种生境类型下的分布格局具有物种数少但种群数量大的特点^[26]。流域的鸟类群落结构受海拔的影响较大,随着海拔高度的降低,鸟类的物种数、个体数、Shannon-Wiener 多样性

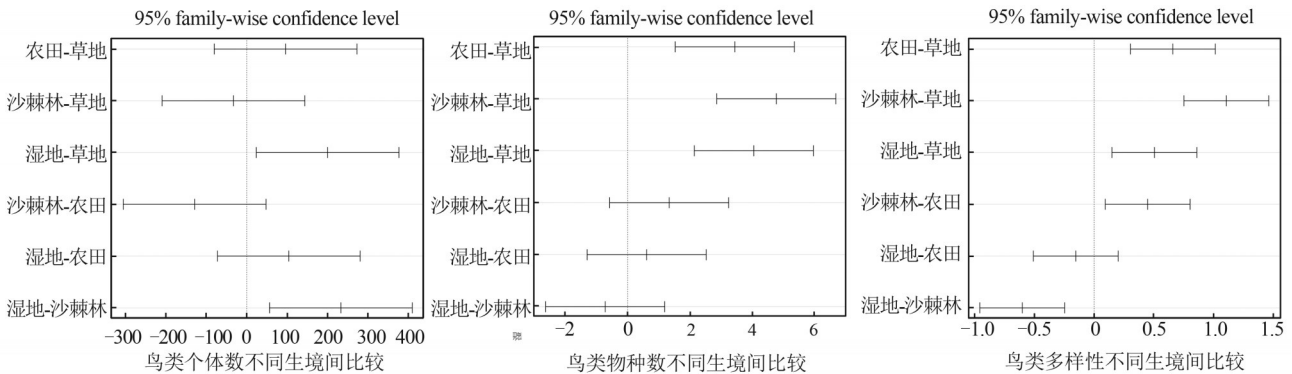


图1 年楚河流域冬季鸟类结构不同生境间的差异
Fig. 1 Differences of bird structure among different habitats in winter of the Nianchu River Basin

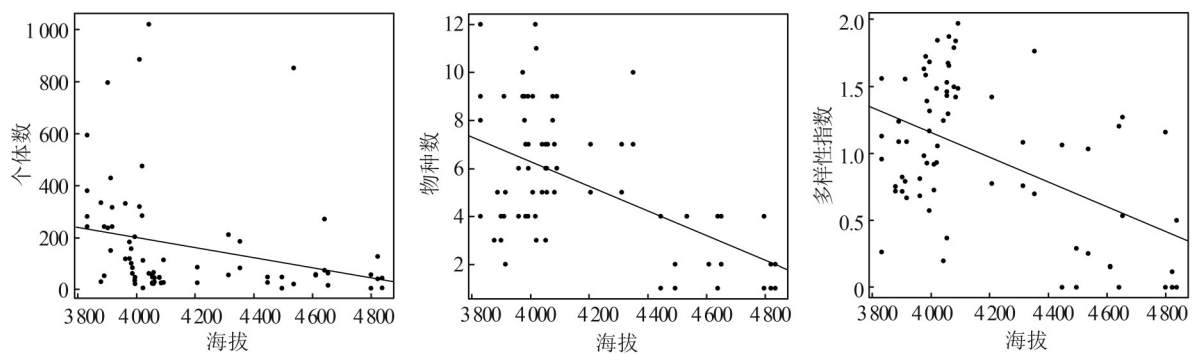


图2 年楚河流域冬季鸟类群落结构与海拔高度之间的关系

Fig. 2 Relationship between winter bird community structure and altitude in Nianchu River Basin

指数皆会升高。许多研究都表明鸟类多样性多呈现中峰模式,但在高海拔地区会随着海拔升高呈现下降趋势,尤其是海拔3 000 m以上的地区,鸟类多样性随海拔升高而降低的趋势明显,这可能是高海拔地区鸟类的重要分布特点^[27,28]。海拔与土壤温度联系密切,海拔的降低会造成土壤温度的升高,土壤温度对鸟类的群落影响应与海拔的影响相反。但本研究中,鸟类的物种数、Shannon-Wiener多样性指数皆与土壤温度呈负相关关系,与海拔的影响相同。早晨和傍晚为雀形目鸟类活动的高峰期,该时期土壤温度较低,临近中午时土壤温度较高,记录到的物种数量较少,造成了上述的差异性,这与一些研究结果相似^[14]。研究中发现多种猛禽,在不同生境中均有分布,高寒草地生境遇见频率较高。猛禽多位于食物链顶端,不会独立于比它营养级低的生物和环境而存在,其数量和生活状况对环境系统起指示作用^[29]。年楚河流域两个冬季的鸟类物种数和个体数基本相似,鸟类群落变化平稳,且有一定数量猛禽分布,说明该流域鸟类生存环境较稳定,生态环境状况良好。

雀形目是鸟纲中种类最多的目,也是适应性最强的类群^[17]。年楚河流域冬季鸟类组成中雀形目鸟类在种数上占有绝对优势,在农田中分布最多。所有的生境类型中,农田的物种数最多。有关研究表明,冬候鸟更倾向于农田生境类型^[30]。农田面积大、食物供应充足,且具有较强的生境异质性(年楚河农田生境中分布着村庄、河流、道路及道路两侧的树木、电线杆等,许多农田还和其他生境相连,环境较为复杂)和可利用资源的多样化,有利于提高鸟类物种数^[31~33]。冬季休耕农田为鸟类提供了较好的觅食地,鸟类种群数量大,这对于维持农田生态系统的可持续供给,以及人居环境的改善都具有重要意义^[34]。土壤含水量与鸟类个体数呈显著负相关($P=0.012$),但与鸟类多样性指数呈极显著正

相关($P=0.0002$);土壤含水量是影响年楚河流域冬季鸟类多样性的重要环境因子,含水量越高,鸟类的个体数量少,但多样性指数值高。本研究发现,更多数量的雀形目鸟类喜欢在土壤含水量较低的区域活动。冬季农田土壤多为冻土,含水量低的区域土质较疏松,可能更适合鸟类获取土壤中的种子及越冬虫蛹等食物,个体数会随着土壤含水量的降低而升高。本研究与靳淮明等的研究结果“土壤湿度与鸟类多度呈负相关”一致,其解释的原因是海拔较低区域温度较高,水分蒸发量大,土壤湿度较低。海拔降低造成的鸟类数量上升现象也与本研究结果一致^[35]。但更多种类的鸟类更喜欢在土壤含水量较高区域活动,例如迁徙来的雁形目鸟类会在含水量较高的区域聚集,故农田生境土壤含水量高的区域鸟类多样性指数较高。冬季年楚河流域雁形目种群数量庞大,其中斑头雁和赤麻鸭占绝对优势。雁形目鸟类为大、中型游禽,是湿地生态系统的重要组成部分,具有社会文化、教学科研和经济价值^[36]。湿地作为三大生态系统之一,为湿地生物提供栖息环境^[37],是迁徙鸟类重要的栖息地。冬季年楚河流域湿地是藏北斑头雁与赤麻鸭等冬候鸟的重要越冬地,种群数量庞大,大的种群数量能达到上千只,因此该流域湿地对于冬候鸟的越冬、保护与研究具有重要意义。沙棘林具有丰富的垂直结构,而垂直结构增加了环境次级结构的多样性,为鸟类提供了更多摄食和隐蔽的空间^[38],鸟类各多样性指数均最高。沙棘林周边多为放牧地区,地表植被盖度大的区域放牧强度大,对鸟类的物种数影响较大。草地生境主要分布在高海拔区,气温低、风力大,鸟类群落结构简单,物种较为单一,其开阔的环境为鹰形目的大型猛禽提供了更好的生存空间。开展高海拔地区草地的保护,对保护国家珍稀猛禽及维持生态平衡具有重要意义。

参考文献

- [1] 马克平. 试论生物多样性的概念[J]. 生物多样性, 1993, 1(1): 20-22.
Ma K P. On the concept of biodiversity [J]. Biodiversity Science, 1993, 1(1): 20-22.
- [2] 杨渺, 肖毅, 欧阳志云, 等. 四川省生物多样性与生态系统多功能性分析[J]. 生态学报, 2021, 41(24): 9738-9748.
Yang M, Xiao Y, Ouyang Z Y, *et al.* Relation of biodiversity and ecosystem multifunctionality in Sichuan Province [J]. Acta Ecologica Sinica, 2021, 41(24): 9738-9748.
- [3] 彭邦良. 生物多样性研究综述[J]. 绿色科技, 2014 (11): 242-244.
Peng B L. A review of biodiversity research [J]. Journal of Green Science and Technology, 2014(11): 242-244.
- [4] 吴永杰, 何兴成, Shane G DuBay, 等. 贡嘎山东坡的鸟类多样性和区系[J]. 四川动物, 2017, 36(6): 601-615.
Wu Y J, He X C, DuBay S G, *et al.* Avifauna of the eastern slope of mount Gongga [J]. Sichuan Journal of Zoology, 2017, 36(6): 601-615.
- [5] 张征恺, 黄甘霖. 中国城市鸟类学研究进展[J]. 生态学报, 2018, 38(10): 3357-3367.
Zhang Z K, Huang G L. Urban ornithological research in China: a review [J]. Acta Ecologica Sinica, 2018, 38 (10): 3357-3367.
- [6] 崔鹏, 邓文洪. 鸟类群落研究进展[J]. 动物学杂志, 2007, 42(4): 149-158.
Cui P, Deng W H. Review on the status and development of bird community research [J]. Chinese Journal of Zoology, 2007, 42(4): 149-158.
- [7] 斯幸峰, 丁平. 欧美陆地鸟类监测的历史、现状与我国的对策[J]. 生物多样性, 2011, 19(3): 303-310.
Si X F, Ding P. History, status of monitoring land birds in Europe and America and countermeasures of China [J]. Biodiversity Science, 2011, 19(3): 303-310.
- [8] 高佳佳, 杜军, 卓嘎. 青藏高原春季土壤湿度与夏季降水的关系[J]. 大气科学学报, 2021, 44(2): 219-227.
Gao J J, Du J, Zhuoga. Relationship between soil moisture in spring and precipitation in summer over the Tibetan Plateau [J]. Transactions of Atmospheric Sciences, 2021, 44(2): 219-227.
- [9] 刘务林, 朱雪林. 中国西藏高原湿地[M]. 北京: 中国林业出版社, 2013.
Liu W L, Zhu X L. Wetland of Tibet Plateau, China [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2013.
- [10] 仁增拉姆, 罗珍, 陈虎林, 等. 西藏年楚河流域水化学特征分析[J]. 地球与环境, 2021, 49(4): 358-366.
Renzeng L M, Luo Z, Chen H L, *et al.* Hydrochemical characteristics of Nyangchu River Basin in Tibet [J]. Earth and Environment, 2021, 49(4): 358-366.
- [11] 夏传清, 刘志荣, 刘焕珍. 浅析年楚河流域水文特性[J]. 东北水利水电, 2001, 19(2): 29-30.
Xia C Q, Liu Z R, Liu H Z. Analysis on the hydrological characteristics of Nianchu River Basin [J]. Water Resources & Hydropower of Northeast China, 2001, 19 (2): 29-30.
- [12] 刘天仇, 陈爱兰. 年楚河流域降水特性[J]. 成都科技大学学报, 1995, 27(4): 12-18.
Liu T C, Chen A L. The characteristics of the precipitation of Nian - Chu River Basin [J]. Advanced Engineering Sciences, 1995, 27(4): 12-18.
- [13] 杨丁丁, 欧阳华, 周才平, 等. 青藏高原年楚河1961年至2000年的径流变化特征分析[J]. 资源科学, 2011, 33(7): 1272-1277.
Yang D D, Ouyang H, Zou C P, *et al.* Runoff characteristics of the Nyangqu River Basin on the Qinghai-Tibet Plateau [J]. Resources Science, 2011, 33(7): 1272-1277.
- [14] 次仁, 次仁欧珠, 郑毅, 等. 热振国家森林公园秋季鸟类物种多样性研究[J]. 高原科学研究, 2017, 1(1): 17-24.
Tsering, Tsering-Ngodrup, Zheng Y, *et al.* Preliminary report on species diversity of birds in Rating national forest park during the autumn season [J]. Plateau Science Research, 2017, 1(1): 17-24.
- [15] (英)约翰·马敬能, (英)卡伦·菲力普斯. 中国鸟类野外手册: [中英文本][M]. 长沙: 湖南教育出版社, 2000: 2-423.
Duan W K, Zhang Z W. The encyclopedia of birds in China, Volume A [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2017.
- [16] 段文科, 张正旺. 中国鸟类图志-上卷-非雀形目[M]. 北京: 中国林业出版社, 2017.
Duan W K, Zhang Z W. The encyclopedia of birds in China, Volume A [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2017.
- [17] 段文科, 张正旺. 中国鸟类图志-下册-雀形目[M]. 北京: 中国林业出版社, 2017.
Duan W K, Zhang Z W. The encyclopedia of Birds in China, Volume B [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2017.
- [18] 中国科学院青藏高原综合科学考察队. 西藏鸟类志

- [M]. 北京: 科学出版社, 1983.
- Chinese Academy of Sciences Integrated Scientific Expedition to Qinghai-Tibet Plateau. Ornithology of Tibet [M]. Beijing: Science Press, 1983.
- [19] 郑光美. 中国鸟类分类与分布名录. 3版 [M]. 北京: 科学出版社, 2017.
- Zheng G M. Classification and distribution of birds in China. 3rd edition [M]. Beijing: Science Press, 2017.
- [20] 张荣祖. 中国动物地理[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- Zhang R Z. Zoogeography of China [M]. Beijing: Science Press, 2011.
- [21] 郑光美, 王岐山. 中国濒危动物红皮书, 鸟类[M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- Zheng G M, Wang Q S. China red data book of endangered animals, birds [M]. Beijing: Science Press, 1998.
- [22] 国家林业和草原局、农业农村部. 国家重点保护野生动物名录[EB/OL]. 2021.
- National Forestry and Grassland Administration, Ministry of Agriculture and Rural Affairs. List of state key protected wildlife [EB/OL]. 2021.
- [23] 王志宝. 国家林业局令第七号: 国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录[J]. 野生动物, 2000, 21(5): 49-82.
- Wang Z B. Order No. 7 of the State Forestry Administration -- List of land wildlife protected by the state that are beneficial or of important economic or scientific value [J]. Chinese Journal of Wildlife, 2000, 21(5): 49-82.
- [24] 杨乐, 仓决卓玛, 纪托, 等. 西藏“一江两河”流域鸟类资源调查初报[J]. 四川动物, 2011, 30(3): 475-480.
- Yang L, Cang J, Ji T, *et al.* A primary investigation of bird resource in drainage area of Yarlung Zangbo river and its two branches from Tibet, China [J]. Sichuan Journal of Zoology, 2011, 30(3): 475-480.
- [25] 西藏动物志编纂领导小组. 中华人民共和国西藏自治区地方志丛书·动物志[M]. 北京: 中国藏学出版社, 2005.
- Tibetan Zoology Compilation Leading Group. Zoology of Tibet Autonomous Region of the People's Republic of China [M]. Beijing: China Tibetology Publishing House, 2005.
- [26] 周生灵, 刘善思, 李继荣, 等. 西藏“一江三河”流域越冬水鸟多样性[J]. 生态与农村环境学报, 2020, 36(11): 1410-1415.
- Zhou S L, Liu S S, Li J R, *et al.* Species diversity of wintering waterbirds along Yarlung Zangbo river and its three branches in Tibet [J]. Journal of Ecology and Rural Environment, 2020, 36(11): 1410-1415.
- [27] 何中声, 刘金福, 洪伟, 等. 泉州市鸟类多样性海拔梯度格局的研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2012, 32(6): 188-191.
- He Z S, Liu J F, Hong W, *et al.* Study on altitudinal patterns of avian diversity in Quanzhou City [J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology, 2012, 32(6): 188-191.
- [28] 李晶晶, 韩联宪, 曹宏芬, 等. 珠穆朗玛峰国家级自然保护区鸟类区系及其垂直分布特征[J]. 动物学研究, 2013, 34(6): 531-548.
- Li J J, Han L X, Cao H F, *et al.* The fauna and vertical distribution of birds in Mount Qomolangma National Nature Reserve [J]. Zoological Research, 2013, 34(6): 531-548.
- [29] 马昱君, 庾太林, 张刚, 等. 广西环江毛南族自治县风电场拟建区鸟类物种多样性分析[J]. 生物资源, 2018, 40(3): 269-276.
- Ma Y J, Yu T L, Zhang G, *et al.* Bird diversity in the planning wind farm area of Huanjiang Maonan Autonomous County of Guangxi [J]. Biotic Resources, 2018, 40(3): 269-276.
- [30] 陈莹, 马鸣, 李维东, 等. 新疆阜康荒漠区不同生境鸟类群落的变化[J]. 生态学杂志, 2011, 30(2): 273-280.
- Chen Y, Ma M, Li W D, *et al.* Seasonal changes of bird communities in different habitats in desert region of Fukang, Xinjiang [J]. Chinese Journal of Ecology, 2011, 30(2): 273-280.
- [31] Rahbek C. The role of spatial scale and the perception of large-scale species-richness patterns [J]. Ecology Letters, 2005, 8(2): 224-239.
- [32] Zozaya E L, Brotons L, Vallecillo S. Bird community responses to vegetation heterogeneity following non-direct regeneration of Mediterranean forests after fire [J]. Ardea, 2011, 99(1): 73-84.
- [33] Hurlbert A H. Species-energy relationships and habitat complexity in bird communities [J]. Ecology Letters, 2004, 7(8): 714-720.
- [34] 廖婷, 廖静, 冉江洪, 等. 四川彭州市的鸟类多样性[J]. 四川动物, 2021, 40(1): 99-114.
- Liao T, Liao J, Ran J H, *et al.* Bird diversity in Pengzhou, Sichuan Province [J]. Sichuan Journal of Zoology, 2021, 40(1): 99-114.
- [35] 靳淮明, 樊海德, 次仁. 西藏彭波河谷夏季鸟类物种多样性与环境梯度的相关性研究[J]. 高原科学研究, 2020, 4(2): 37-47.
- Jin H M, Fan H D, Tsering. The correlation between species diversity of summering birds and environmental gradient in the Penbo Valley, Tibet [J]. Plateau Science

Research, 2020, 4(2): 37-47.

- [36] 灵燕, 高敏, 赵格日乐图. 乌梁素海雁形目鸟类种类组成及动态研究[J]. 内蒙古师范大学学报(自然科学汉文版), 2018, 47(2): 146-150.
- Ling Y, Gao M, Zhao Gerelt. Study on the species composition and dynamics of Anseriformes in Wuliang-suhai [J]. Journal of Inner Mongolia Normal University (Natural Science Edition), 2018, 47(2): 146-150.
- [37] Hanford J K, Webb C E, Hochuli D F. Management of urban wetlands for conservation can reduce aquatic biodiversity and increase mosquito risk [J]. Journal of Applied Ecology, 2020, 57(4): 794-805.

- [38] 赵人镜, 戈晓宇, 李雄. “留白增绿”背景下北京市栖息生境型城市森林营建策略研究[J]. 北京林业大学学报, 2018, 40(10): 102-114.

Zhao R J, Ge X Y, Li X. Research on habitat-type urban forest construction strategy in Beijing in the background of “leave blank space and increase green space” [J]. Journal of Beijing Forestry University, 2018, 40(10): 102-114.

□

(编辑: 杨晓翠)