

角百灵和小云雀的巢址选择与竞争共存

赵 亮*, 张晓爱

(中国科学院西北高原生物研究所, 青海 西宁 810001)

摘要: 于 2000—2002 年的鸟类繁殖期在中国科学院海北高寒草甸生态系统定位站, 测定了 27 窝角百灵 (*Eremophila alpestris*) 和 43 窝小云雀 (*Alauda gulgula*) 的巢址特征, 观察了两者在繁殖期巢数的季节变化, 并运用稳定性同位素技术测定了育雏食物, 对两种百灵的巢址特征和食物重叠度进行了比较。结果表明两者的巢址特征存在着显著的不同: 角百灵的巢开放度为 92.16%, 小云雀的为 34.61%, 前者的巢开放度显著大于后者 ($P < 0.01$); 角百灵距巢 100 cm 范围内遮蔽物的数量为 0.07 ± 0.26 , 小云雀的为 2.57 ± 1.19 , 前者显著少于后者 ($P < 0.01$); 角百灵巢址植被的高度和盖度也显著小于小云雀的 ($P < 0.01$)。角百灵和小云雀均以小型昆虫育雏, 育雏食物的资源重叠程度很高, 为 0.8957; 而且两者的繁殖季节和繁殖强度也是相互重叠的。这两种百灵鸟类在巢址的选择上存在着一种代价和利益的权衡关系, 巢址选择是捕食压和热条件共同作用的结果。二者共存的机制是巢址上的分化。

关键词: 角百灵; 小云雀; 巢址选择; 巢捕食; 热条件; 竞争; 共存

中图分类号: Q959.739 **文献标识码:** A **文章编号:** 0254–5853(2004)03–0198–07

Nest-site Selection and Competition Coexistence of Horned Larks and Small Skylarks

ZHAO Liang, ZHANG Xiao-ai

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

Abstract: We investigated nest-site characteristics and reproductive season changes of horned larks (*Eremophila alpestris*) and small skylarks (*Alauda gulgula*) during three periods from Apr. to Sep. in 2000–2002 at Haibei Alpine Meadow Ecosystem Research Station, the Chinese Academy of Sciences, in northern Qinghai Province. Nests of horned lark ($n = 27$) and small skylark ($n = 43$) were used to examine nest-site characteristics. We used stable isotopes to determine the dietary contributions ratio of raised nestling, and compare nest-site characteristics and overlap degree of diet of horned lark and small skylark. The result shown: ① there was significantly difference between the exoteric degrees of nests in horned lark and small skylark ($P < 0.01$), which were 92.16% and 34.61%, respectively. ② the number of distance to nearest structural element of horned lark (0.07 ± 0.26) was significantly lower than that of small skylark (2.57 ± 1.19) ($P < 0.01$). ③ the vegetation height and the percentage of vegetation cover of nest-site of small skylark were significantly higher than those of horned lark ($P < 0.01$). ④ the food resource, reproductive season length and reproductive frequency largely overlapped in these two species. There is a balance between cost and benefit of horned lark and small skylark in nest-site selection. It is possible that predation and thermal consideration have guided the evolution of nest-site selection of two species, and the coexistence mechanism of them is nest-site differentiation.

Key words: *Eremophila alpestris*; *Alauda gulgula*; Nest-site selection; Nest predation; Thermal consideration; Competition; Coexistence

Cody (1985) 指出, 巢址的选择是鸟类的一种重要的繁殖行为决策, 是栖息地选择的重要组成部分

分。巢址选择是否合适, 直接影响鸟类的繁殖成功, 特别是对地面筑巢的种类而言, 巢邻近地域的

* 收稿日期: 2004–01–12; 接受日期: 2004–03–16

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (39670126, 39870121)

* 通讯作者, E-mail: lzhaol@mail.nwipb.ac.cn

植被结构特征影响着巢卵被捕食率 (Martin & Roper, 1988; Clark & Shutler, 1999)。学界对鸟类的栖息地选择主要从空间尺度 (Johnson, 1980; Badyaev, 1995; Kotliar & Wiens, 1990; Hall & Mannan, 1999; Miller & Hurst, 1999; Susana et al, 2000; Bisson & Stutchbury, 2000; Zhang et al, 1994; Ding & Zheng, 1997; Zhou & Fang, 2000; Gao et al, 2003) 和时间尺度 (Smith et al, 1982; Horne, 1983; Heezik & Seddon, 1999; Shi & Zheng, 1997) 进行领域选择、巢址选择和育雏栖息地选择的研究。Martin (1993) 提出了两种巢址选择假说: 第一个是总叶数假说 (the total-foilage hypothesis), 该假说认为巢的捕食风险随着植被数量特征 (如植被高度、植被盖度) 的增加而减小。植被数量特征的增加给捕食者发现巢增加了难度。第二个假说是潜在被捕食假说 (the potential-prey hypothesis), 该假说认为巢的捕食风险随着独特的植被数量特征 (如较偏爱的植物或遮挡物) 密度的增加而减小。潜在被捕食假说只有在地面巢建立在独特的、相对当地景观较稀少的植被类型的情况下才会发生 (Schmidt & Whelan, 1998)。这两个假说的区别在于, 总叶数假说与巢周围总的植被数量特征有关, 而潜在被捕食假说只与巢周围的特有的植被数量特征有关。另外, 巢址选择除了与捕食风险有关, 还与巢的热环境有关, 即热隔离假说 (thermal-refuge hypothesis)。该假说认为巢结构和巢周围微环境能够维持巢的温度, 为胚胎的发育提供一个稳定的热环境 (Zhang et al, 2001a)。

在同一地域生活, 并且生态特征十分相像的物种共存的条件是每个种能入侵到由它的竞争者组成的平衡群落中 (Kotler et al, 1993)。鸟类为了达到此目的, 常以多种方式组织群落和响应周围环境的变化, 如: 异质环境的资源分割、边缘效应、扩散、干扰和生态位的分化等 (Zhang et al, 2001)。

角百灵 (*Eremophila alpestris*)、小云雀 (*Alauda gulgula*) 和长嘴百灵 (*Melanocorypha maxima*) 是高寒草甸地区三种常见的百灵科鸟类, 它们的营巢类型一样, 都是地面开放巢 (Zhang, 1982b), 但是三者的营巢地点不同, 角百灵和小云雀在矮嵩草甸营巢, 而长嘴百灵在沼泽化草甸营巢。因而, 本文选择角百灵和小云雀为研究对象。角百灵在退化草地居多, 小云雀在恢复草甸居多, 但两者存在一定程度的巢址重叠。一方面发现两种鸟巢仅距数

米, 另一方面又存在为巢域的搏斗。两者是一对在生态需求上十分相似的物种, 它们在高寒地区同域分布。是什么原因使它们既有竞争, 又能在同一地区共存?

本文目的是通过对角百灵和小云雀的巢址特征和巢址选择的研究, 阐明两种鸟巢址的主要特征, 分析其巢址与植被结构的关系, 并探讨其巢址选择对策和验证种间竞争和共存机制假说。

1 研究地点与方法

本研究于 2000—2002 年在中国科学院海北高寒草甸生态系统定位站进行。该地区的自然条件和植被情况见 Yang (1982) 的报道; 而 Zhang (1982b) 亦对小云雀和角百灵的繁殖生物学的主要特征做了较详细的报道。本研究于每年的 4~9 月对角百灵和小云雀巢周围环境进行调查和测定, 并对两种鸟的育雏食物进行调查。在三个主要类型的植物群落 (Zhang, 1982a) 中各选择面积为 10 km² 的样地, 进行鸟巢的统计和巢址特征的测定。植物群落包括矮嵩草草甸、捶穗披碱草草甸和金露梅灌丛。

1.1 巢址变量的定义和测定方法

分别对角百灵 27 巢和小云雀 43 巢的植被高度、植被盖度、巢开放度和遮蔽物进行了测量。

1.1.1 植被高度 (vegetation height) 以建群植物的平均高度代表植被高度。在测定植被高度时根据离巢的远近把整个测定区域划分为 3 个区域, 分别为 0~50 cm 区域、50~100 cm 区域和大于 100 cm 区域。每个区域取 4 个点, 分别在东南西北方向上选一个点。用卷尺测定, 精度为 1 mm。

1.1.2 植被盖度 (the percentage of vegetation cover) 植被覆盖地表面积占样方总面积的百分率。取样方法与植被高度相同, 测定方法与 Wang et al (1995) 方法一致。

1.1.3 巢开放度 (openness) 用太阳光照射到巢的时间占日照时间的百分比来表示巢的开放程度。选择一个全晴天, 从太阳光照射到巢时开始计时, 直到太阳光不能照射到巢时计时结束, 把这段时间定义为太阳光照射到巢的时间。

1.1.4 遮蔽物 指巢周围的特殊的植被类型, 如一小丛羊茅 (*Festuca ovina*) 或一块小土块。在本文中主要指羊茅丛。它的测定区域为离巢 0~100 cm 区域内, 统计羊茅丛个数, 其数量大小按个计。

1.2 育雏食物的测定

由于两种鸟育雏食物种类的重叠性，采用常规方法（如扎颈法或胃解剖等），就需要较大的样本数，这将影响两种鸟当年的繁殖成功率；另一方面常规方法只能确定一个时间段的育雏食物种类，而不能得到整个繁殖期的育雏食物种类。因此，我们先用胃解剖法确定两种鸟的育雏食物种类，分别解剖角百灵和小云雀雏鸟 7 和 8 只；然后，运用稳定性同位素方法测定育雏食物的比例。

选取 8~9 日龄雏鸟的大腿肌肉为 $\delta^{13}\text{C}$ 值的测定材料，以稀盐酸及蒸馏水洗涤，70℃ 恒温干燥 24 h，粉碎后过 80 目筛，真空管封闭燃烧后收集 CO_2 ，用稳定性同位素质谱仪测定 C 的含量（Bligh & Dyer, 1959；Knowles & Blackburn, 1993），以下式计算 $\delta^{13}\text{C}$ 值（Bligh & Dyer, 1959）：

$$\delta^{13}\text{C} \text{ (per mil)} (\text{‰}) = [(\delta^{13}\text{C}_{\text{sample}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{standard}}) - 1] \times 1000$$

其中， $\delta^{13}\text{C}_{\text{sample}}$ 是样品中的 $\delta^{13}\text{C}$ 值； $\delta^{13}\text{C}_{\text{standard}}$ 是标准品中 $\delta^{13}\text{C}$ 值，为 0.0016 或 1.6‰

$\delta^{15}\text{N}$ 值的测定和计算方法与 $\delta^{13}\text{C}$ 值的相同。

运用 Ben-David & Schell（2000）给出的欧氏距离模型，计算两种鸟育雏食物的比例：

$$P_{A_i} = \frac{Z_{P_{A_i}}^{-1}}{\sum_{i=1} Z_{P_{A_i}}^{-1}}$$

式中， P_{A_i} 为食物 A_i 在育雏食谱中所占的相对贡献比例； $Z_{P_{A_i}}$ 为雏鸟的同位素值与食物 A_i 同位素

之间的欧氏距离：

$$Z_{P_{A_i}} = \sqrt{(\delta^{13}\text{C}_P - \delta^{13}\text{C}_{A_i})^2 + (\delta^{15}\text{N}_P - \delta^{15}\text{N}_{A_i})^2}$$

式中， $\delta^{13}\text{C}_P$ 和 $\delta^{13}\text{C}_{A_i}$ 分别是雏鸟和食物 A_i 的 $\delta^{13}\text{C}$ 值； $\delta^{15}\text{N}_P$ 和 $\delta^{15}\text{N}_{A_i}$ 分别是雏鸟和食物 A_i 的 $\delta^{15}\text{N}$ 值。

1.3 数据分析

食物的重叠程度使用 Schoener（1968）的公式计算：

$$O_{jk} = 1 - \frac{1}{2} \sum |P_{ij} - P_{ik}|$$

其中， P_{ij} 和 P_{ik} 分别代表物种 j 和物种 k 对资源 i 的利用部分占各自所利用资源总量的比例； O_{jk} 为两物种食物种类的重叠值，其取值范围是 0~1，0 表示物种 j 和物种 k 的食物完全分离，1 表示完全重叠。

文中数据用 $\bar{X} \pm SD$ 表示，显著性检验用非参数独立样本 Kolmogorov-Smirnov 检验， $P < 0.05$ 为差异显著， $P < 0.01$ 为差异极显著。

2 结果

2.1 巢址特征

角百灵的巢多置于植物稀疏的地面甚至裸地上，直接暴露于太阳下；巢周没有小草或其他东西遮挡，周边多用牛粪块修饰伪装；巢内有较多的花絮作垫铺（图 1a，b，c）。云雀的巢较隐蔽，低洼，一般在迎风面都有一簇小草遮挡，用以伪装，巢结构简单、无垫铺（图 1d，e）。

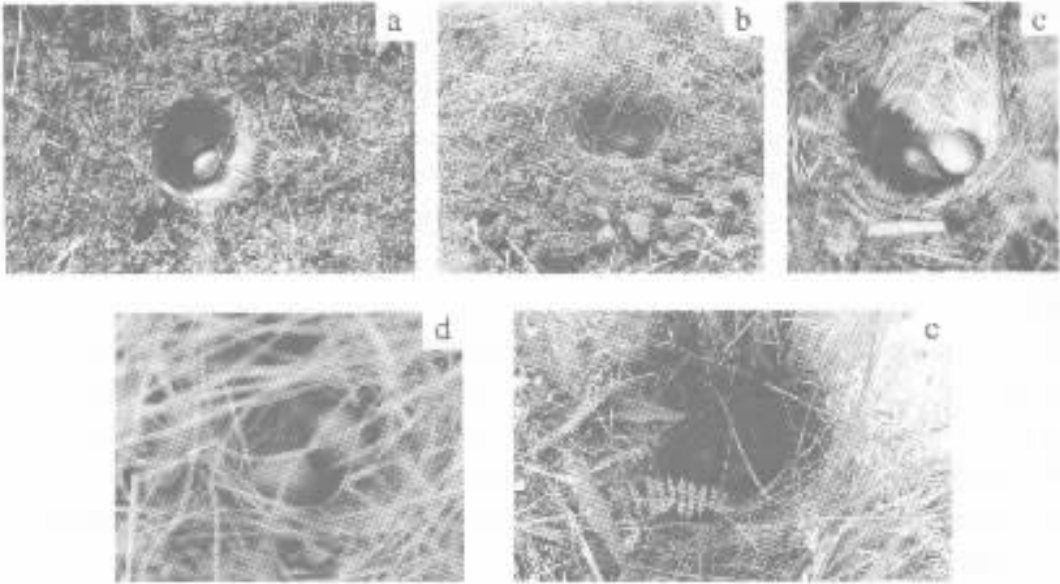


图 1 角百灵 (a, b, c) 和小云雀 (d, e) 的巢
Fig.1 The nests of horned lark (a, b, c) and small skylark (d, e)

虽然角百灵和小云雀都是在地面营开放巢的鸟类，但是两者的巢址特征存在着显著的不同。角百灵的巢开放度为 92.16%，小云雀的巢开放度为 34.61%，两者存在极显著差异（Kolmogorov-Smirnov $Z = 3.475$, $n = 69$, $P < 0.001$ ）。两者距巢 100 cm 范围内遮蔽物的数量也存在极显著差异（Kolmogorov-Smirnov $Z = 3.75$, $n = 69$, $P < 0.001$ ），角百灵巢的遮蔽物的数量为 0.07 ± 0.26 ，小云雀巢的为 2.57 ± 1.19 。角百灵巢址的植被高度和盖度均显著小于小云雀的；而且随着离巢距离的增加，两者巢址的植被高度和盖度的变化趋势显著不同，前者巢址的植被高度和盖度随着离巢距离的增加而增加，但在统计学上不显著（植被高度： $R = 0.143$, $n = 67$, $P > 0.05$ ；植被盖度： $R = 0.035$, $n = 67$, $P > 0.05$ ），而小云雀巢址的植被高度和盖度则随着离巢距离的增大而减小（植被高度： $R = -0.168$, $n = 126$, $P < 0.05$ ；植被盖度： $R = -0.182$, $n = 126$, $P < 0.05$ ）（表 1）。

2.2 育雏食物

据角百灵和小云雀的雏鸟剖胃检查，两者均完全以小型昆虫（包括成虫和幼虫）为育雏食物。两种鸟育雏食物中各类昆虫的比例见表 2，其食物重

叠程度为 0.8957，并且两种鸟的育雏食物比例之间的差异不显著（Kolmogorov-Smirnov $Z = 0.316$, $n = 10$, $P > 0.05$ ）。

2.3 繁殖强度的季节变化

2000—2002 年角百灵和小云雀巢数的季节变化如图 2 所示。两者的繁殖季节长度基本一样，4 月下旬开始繁殖，8 月下旬结束。两者巢数随着季节变化的趋势也基本一致，并且极显著相关（ $r = 0.9889$, $n = 13$, $P < 0.001$ ）；两者在各季节的巢数也没有显著差异（Kolmogorov-Smirnov $Z = 0.00$, $n = 26$, $P > 0.05$ ）。

3 讨 论

3.1 巢址选择对策

巢是鸟类正常的生命活动以及繁衍后代的场所，它的周围环境为鸟类繁殖提供各种必要的生态条件。巢位的设置常常影响着巢捕食风险（Ricklefs, 1979；Martin, 1993）、孵化期的小气候环境（With & Webb, 1993；Gloutney & Clark, 1997；Nelson & Martin, 1999）、孵化率和雏鸟的成活率。因此，巢址的选择与一对成鸟的繁殖适合度存在着密切的关系，并且自然选择强烈地影响巢址选择的

表 1 角百灵和小云雀的巢址特征
Table 1 Nest site characters of horned larks and small skylarks

	离巢距离 Distance to nest (cm)	角百灵 Horned lark	小云雀 Small skylark	Kolmogorov-Smirnov Z Asymp. Sig. (2-tailed)
鸟巢数量 Number of nests		27	42	
植被高度 High of vegetation (cm)	0 – 50	2.79 ± 3.56	11.59 ± 7.23	– 5.599**
	50 – 100	3.08 ± 3.95	9.59 ± 5.29	– 4.843**
	> 100	3.71 ± 3.97	8.29 ± 4.79	– 3.387**
植被盖度 Coverage of vegetation (%)	0 – 50	29.03 ± 25.57	76.76 ± 16.88	– 6.038**
	50 – 100	32.56 ± 24.65	65.52 ± 24.48	– 4.854**
	> 100	37.26 ± 26.96	65.21 ± 25.32	– 3.918**

** $P < 0.01$.

表 2 角百灵和小云雀育雏食物比较
Table 2 Comparison of food composition in horned larks and small skylarks

鸟种 Species	食物 Food items (%)					重叠程度 Overlap
	半翅目 Hemiptera	鳞翅目 Lepidoptera	鞘翅目 Coleoptera	膜翅目 Hymenoptera	双翅目 Diptera	
角百灵 <i>Eremophila alpestris</i> ($n = 4$)	13.04	30.37	27.16	13.34	16.09	0.8957
小云雀 <i>Alauda gulagula</i> ($n = 4$)	13.07	21.52	22.59	13.48	29.35	

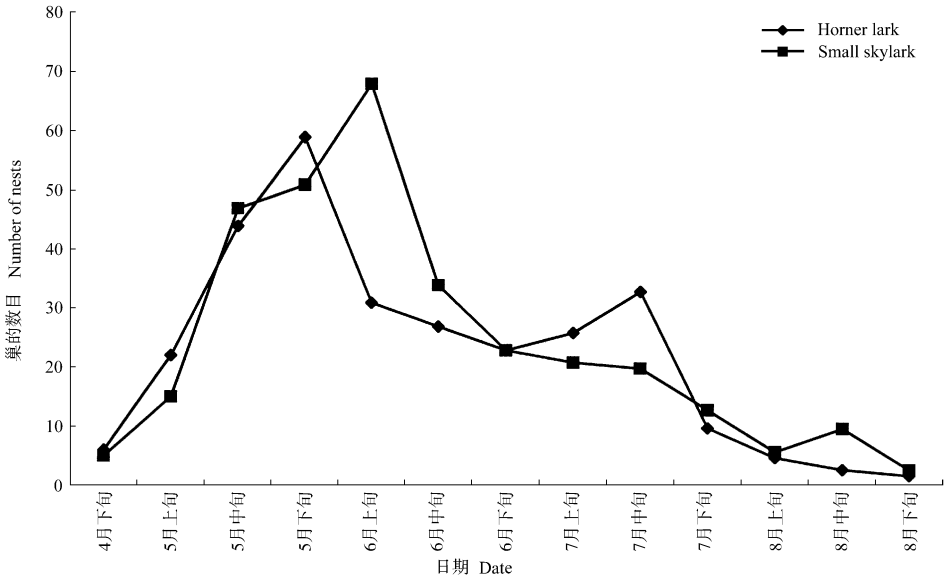


图 2 角百灵和小云雀巢数的季节变化

Fig.2 Seasonal change of the number of nests in horned larks and small skylarks

过程。许多鸟类都倾向于选择那些能使其繁殖成效最大而存活代价最小的营巢生境。我们的研究发现，角百灵选择巢址的对策与总叶数假说和潜在被捕食假说的预测相反，角百灵的大多数巢都建立在植被高度和覆盖度相当低的草甸的地面上，并且巢周围没有避护所或遮挡物。因而，角百灵选择巢址的结果不支持前面所提到的两个假说。小云雀的大多数巢建立在植被高度和覆盖度比较高的草甸的地面上，并且巢的周围有较高数量的避护所或遮挡物。这样的植被条件增加了巢的安全性和捕食者发现巢的难度，降低了巢的捕食风险。小云雀的巢址选择对策趋向于总叶数假说，这一结果与 Lusk et al (2003) 关于云雀 (*Chondestes grammacus*) 的结果相反。

作为选择，巢址与巢的小气候关系，即热隔离假说 (thermal-refuge hypothesis) 比与巢捕食更加密切。在一些鸟类中，巢结构对巢的热量平衡和分散已经引起了鸟类学家的注意，例如：当巢周围的太阳辐射非常强时，白斑黑鹀 (*Calamospiza melanocorys*) 的巢可以分散一天的太阳辐射的 60% 和正午太阳辐射的 40% (With & Webb, 1993)；置于植被和土块东北方向的栗肩雀鹀 (*Pooecetes gramineus*) 和角百灵 (*Eremophila alpestris*) 的巢的温度低于置于其他方向的巢的温度 (Nelson & Martin, 1999)。根据本文的巢开放度这一变量得到，角百灵的巢只能分散一天太阳辐射的 7.8% (=

100% - 92.16%)，而小云雀的巢能分散一天太阳辐射的 65.39% (= 100% - 34.61%)。这说明角百灵利用太阳辐射能的时间大于小云雀，二者巢的微环境对光能分散是不同的，进一步说明角百灵的巢址和巢结构有利于光能的利用。角百灵巢内温度显著高于巢外温度 (Zhao et al, 2002)。总体上，小云雀巢内温度略低于巢外温度，但不显著，巢内温度保持在一个较稳定的范围之内，早晨和傍晚巢内温度显著高于巢外环境温度，正午巢内温度显著低于巢外环境温度 (Zhao et al, 2002)。说明小云雀的巢环境和巢结构有利于巢的热量平衡。由此可见，这两种百灵的巢址环境对热源的利用明显不同，小云雀的结果更好地支持了热量隔离假说，而角百灵的结果不支持热量隔离假说，因为角百灵的巢址和巢结构能够更好的利用太阳能，因此角百灵巢选择对策偏向热利用。

由于巢捕食和热条件引导着巢址选择的进化，角百灵提高伴巢频率缩短孵卵时间，较多利用光能，增加了巢捕食风险 (Zhao et al, 2002)；而小云雀降低伴巢时间延长孵卵时间，以牺牲亲鸟的部分摄食时间为代价 (Zhao et al, 2002)，减少了巢捕食风险。

总之，角百灵的巢址选择对策偏向热条件，而小云雀的巢选择对策偏向巢捕食，这两种百灵鸟在巢址的选择上存在着一种代价和利益的权衡关系，巢址选择是捕食压和热条件共同作用的结果。

3.2 竞争与共存

Zhang (1982a) 报道, 角百灵和小云雀这一对在生态上十分相似的物种, 栖息的大环境是相互重叠的; 本文研究结果亦表明, 两者的育雏食物、繁殖期长度和繁殖高峰期存在相当高的重叠度; 显然, 过去这两种百灵之间存在着竞争。

由于种间竞争加剧, 物种要么沿着特化的方向进化, 要么沿着泛化的方向进化。这种各自生态位宽度变化、忍受较为特化的狭窄生态位, 是现存生态相似种减少竞争以利于达到共存的一种策略。两种鸟除了高寒沼泽草甸没有分布外, 在其他的植被类型上都有分布 (Zhang, 1982a); 不过本文结果揭示, 两者在巢址的选择上存在明显的差异。这个

结果说明这两种百灵鸟虽然在多维生态位的某些维上十分相似, 但在巢位生态位尺度上存在着分化。从而可以看出, 角百灵和小云雀为了减小种间竞争, 采取了向泛化的方向进化的对策; 但在某一植被类型上, 又采取了向特化的方向进化的对策。因此, 我们认为这两种百灵在多维生态位尺度上扩展生态位宽度, 在巢位生态尺度上压缩生态位宽度来回避竞争, 使重叠比例减小, 从而达到减少竞争压力以利于共存的目的。

最后值得提出的一点是, 这两种百灵对热环境是怎么响应的, 本文没有足够的证据来说明它, 有待于我们进一步的研究。

参考文献:

- Badyaev AV. 1995. Nestling habitat and nestling success of eastern wild turkeys in the Arkansas Ozark highlands [J]. *Condor*, **97**: 221 – 232.
- Ben-David M, Schell DM. 2001. Mixing models in analyses of using multiple stable isotopes: A response [J]. *Oecologia*, **127**: 180 – 184.
- Bisson IA, Stutchbury BJM. 2000. Nesting success and nest-site selection by a neotropical migrant in a fragmented landscape [J]. *Canadian Journal of Zoology*, **78**: 858 – 863.
- Bligh ES, Dyer WJ. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification [J]. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, **37**: 911 – 917.
- Clark RG, Shutler D. 1999. Avian habitat selection: Pattern from process in nest-site use by ducks [J]. *Ecology*, **80**: 272 – 287.
- Cody ML. 1985. *Habitats Selection in Birds* [M]. London: Academic Press.
- Ding CQ, Zheng GM. 1997. Nest selection of Yellow-bellied Tragopan [J]. *Acta Zool. Sin.*, **43**: 27 – 33. [丁长青, 郑光美. 1997. 黄腹角雉的巢址选择. *动物学报*, **43**: 27 – 33.]
- Gao W, Wang HT, Sun DT. 2003. The habitat and nest-site selection of Jankowski's bunting [J]. *Acta Ecologica Sinica*, **23**: 665 – 672. [高 玮, 王海涛, 孙丹婷. 2003. 栗斑腹鹀的栖息地和巢址选择. *生态学报*, **23**: 665 – 672.]
- Gloutney ML, Clark RJ. 1997. Nest-site selection by mallards and blue-wings teal in eastern Ontario [J]. *Auk*, **118**: 727 – 735.
- Hall LS, Mannan RW. 1999. Multiscaled habitat selection by Elegant Trogons in southeastern Arizona [J]. *J. Wildl. Manage.*, **63**: 451 – 461.
- Heezik YV, Seddon PJ. 1999. Seasonal changes in habitat use by houbara bustards *Chlamydotis macqueenii* in northern Saudi Arabia [J]. *Ibis*, **141**: 208 – 215.
- Horne BV. 1983. Density as a misleading indicator of habitat quality [J]. *J. Wildl. Manage.*, **47**: 893 – 901.
- Johnson DH. 1980. The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference [J]. *Ecology*, **61**: 65 – 71.
- Knowles S, Blackburn TH. 1993. *Nitrogen Isotope Techniques* [M]. London: Academic Press.
- Kotler BP, Brown JS, Ubach AS. 1993. Mechanisms of species coexistence of optimal foragers: Temporal partitioning by two species of sand dune gerbils [J]. *Oikos*, **67**: 548 – 556.
- Kotliar NB, Wiens JA. 1990. Multiple scales of patchiness and patch structure: A hierarchical framework for the study of heterogeneity [J]. *Oikos*, **59**: 253 – 260.
- Lusk JJ, Wells KS, Guthery FS, Fuhlendorf SD. 2003. Lark sparrow nest-site selection and success in a mixed-grass prairie [J]. *Auk*, **120**: 120 – 129.
- Martin TE. 1993. Nest predation and nest sites: New perspectives on old patterns [J]. *BioScience*, **43**: 523 – 532.
- Martin TE, Roper JJ. 1988. Nest predation and nest site selection of a western population of the hermit Thrush [J]. *Condor*, **90**: 51 – 57.
- Miller DA, Hurst GA. 1999. Habitat use of eastern wild turkeys in central Mississippi [J]. *J. Wildl. Manage.*, **63**: 210 – 222.
- Nelson KJ, Martin K. 1999. Thermal aspects of nest-site location for vesper sparrows and horned larks in British Columbia [J]. *Studies in Avian Biology*, **19**: 137 – 143.
- Ricklefs RE. 1979. Adaptation, constraint, and compromise in avian postnatal development [J]. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, **54**: 269 – 290.
- Schmidt KA, Whelan CJ. 1998. Predator-mediated interactions between and within guilds of nesting songbirds: Experimental and observational evidence [J]. *American Naturalist*, **152**: 393 – 402.
- Schoener TW. 1968. The anolis lizards of bimini: Resource partition in a complex fauna [J]. *Ecology*, **49**: 704 – 726.
- Shi JB, Zheng GM. 1997. The seasonal changes of habitats of Elliot's pheasant [J]. *Zool. Res.*, **18** (3): 275 – 283. [石建斌, 郑光美. 1997. 白颈长尾雉栖息地的季节变化. *动物学研究*, **18** (3): 275 – 283.]
- Smith LM, Hupp JW, Ratti JT. 1982. Habitat use and home range of gray partridge in eastern south Dakota [J]. *J. Wildl. Manage.*, **46**: 580 – 587.
- Susana S, Javier B, Miguel F. 2000. Nestling habitat selection by booted eagles *Hieraetus pennatus* and implications for management [J]. *Journal Applied Ecology*, **37**: 215 – 223.
- Wang QJ, Zhou XM, Zhang YQ, Shen ZX. 1995. Community structure and biomass dynamic of the *Kobresia pygmaea* steppe meadow [J]. *Acta Phytocologica Sinica*, **19**: 225 – 235. [王启基, 周兴民, 张堰青, 沈振西. 1995. 高寒小嵩草原草甸植物群落结构特征及生物量. *植物生态学报*, **19**: 225 – 235.]

- With KA, Webb DR. 1993. Microclimate of ground nests: The relative importance of radiative cover and wind breaks of three grassland species [J]. *Condor*, **95**: 401–413.
- Yang FT. 1982. A general view of the natural geography in the region of the research station of northern Qinghai [J]. *Alpine Meadow Ecosystem*, **1**: 1–8. [杨福国. 1982. 高寒草甸生态系统定位站自然概况. 高寒草甸生态系统, **1**: 1–8.]
- Zhang XA. 1982a. On the structure of bird communities in an alpine meadow area [J]. *Alpine Meadow Ecosystem*, **1**: 117–128. [张晓爱. 1982a. 高寒草甸繁殖鸟类的群落结构. 高寒草甸生态系统, **1**: 117–128.]
- Zhang XA. 1982b. Studies on breeding biology of 10 species of passerine bird in alpine meadow [J]. *Acta Zool. Sin.*, **28** (2): 190–199. [张晓爱. 1982b. 高寒草甸十种雀形目鸟类繁殖生物学研究. 动物学报, **28** (2): 190–199.]
- Zhang XA, Zhao L, Xu ZQ. 2001a. Several basis problems of avian ecological energetics [J]. *Zool. Res.*, **22**: 231–238. [张晓爱, 赵亮, 胥志清. 2001a. 鸟类生态能量学的几个基本问

题. 动物学研究, **22**: 231–238.]

- Zhang XA, Zhao L, Kang L. 2001b. Evolutionary mechanisms of species coexistence in ecological communities [J]. *Biodiversity Science*, **9**: 8–17. [张晓爱, 赵亮, 康玲. 2001b. 生态群落物种共存的进化机制. 生物多样性, **9**: 8–17.]
- Zhang ZW, Liang W, Sheng G. 1994. Studies on the nest site selection of Daurian Partridge [J]. *Zool. Res.*, **15** (4): 37–43. [张正旺, 梁伟, 盛刚. 1994. 斑翅山鹑巢址选择的研究. 动物学研究, **15** (4): 37–43.]
- Zhao L, Zhang XA, Li LX. 2002. Incubating behavior of the horned lark and small skylark [J]. *Acta Zool. Sin.*, **48**: 695–699. [赵亮, 张晓爱, 李来兴. 2002. 角百灵和小云雀的孵化行为. 动物学报, **48**: 695–699.]
- Zhou F, Fang HL. 2000. On the interspecific niche relationship between two species of wren warbler [J]. *Zool. Res.*, **21** (1): 52–57. [周放, 房慧伶. 2000. 两种鹡鸰的种间生态位关系研究. 动物学研究, **21** (1): 52–57.]

云南鸟类新纪录——小白额雁 (*Anser erythropus*)

2004年2月18日上午10时许, 笔者与拉市海高原湿地自然保护区工程师彭贵鸿、西南林学院学生李德品和湛健在对拉市海越冬斑头雁 (*Anser indicus*) 进行行为学观察研究时, 发现一群在湖边麦地中取食的斑头雁中有一只体型较小而颜色较深的雁。通过用10×40倍双目望远镜及60倍固定脚架观鸟镜观察, 并用10倍光学变焦照相机追踪拍照, 获得这只雁在湖边与斑头雁一起游泳活动的几张照片。当天累计跟踪观察2.5小时。其间该雁始终与这群约250只的斑头雁混群活动, 或在湖边麦地中取食, 或在湖边的浅水区域游泳、栖息。此后几天, 我们多次见到该雁仍与那群斑头雁在一起活动的情形。

将照片和观察记录与《中国鸟类野外手册》中的图文核对后, 确定该雁为小白额雁 (*Anser erythropus*)。此前在云南未有其分布或越冬的记录, 为云南鸟类新纪录。文献记录小白额雁为全球性易危; 聚集于中国几个大湖区 (如鄱阳湖、洞庭湖等) 越冬; 常与白额雁混群, 少有与斑头雁混群。

拉市海为滇西北高原湿地保护区, 东经100°05′~100°13′, 北纬26°44′~27°00′, 最大水深7 m, 冬季湖水平面海拔2 440 m。湖边浅水区域中的水生植物主要有挺水植物类 (由菖蒲群落、辣蓼群落组成) 和沉水植物类 (由穗状狐尾藻群落、菹草群落、竹叶眼子菜群落、微齿眼子菜群落和海菜花群落组成)。近湖农地主要为麦地、豌豆地。小白额雁与斑头雁混群夜宿在拉市海近湖边裸露的浅水滩涂地上, 主要活动地为湖边浅水区域和近湖农地。

刘宁

(西南林学院 保护生物学学院, 云南 昆明 650224)