

# 高寒草甸繁殖鸟类的群落结构\*

张 晓 爱

(中国科学院西北高原生物研究所)

## 前 言

群落结构及分析是生态系统研究的内容之一,是生产力和能流研究的基础工作。自从1953年Salt开始鸟类群落结构研究以来,许多学者就这个问题从各个方面进行了报道。其中包括繁殖鸟类群落的多样性(MacArthur and MacArthur, 1961; Recher, 1969; Kricher, 1972; Kricher, 1973)和群落结构(MacArthur, 1972; Ров, 1975)的研究;在群落的水平上测定种群的大小(Uramoto, 1961; Karr, 1968; Karr, 1971)。有的讨论鸟类群落的季节变化(Rabenold, 1978; Rotenberry, et al. 1979),有的专门讨论冬季鸟类群落结构(Emlen, 1972; Kricher, 1975)。鸟类群落和栖息地结构的关系受到极大的注意(Karr and Roth, 1971; Willson, 1971; Wiens, 1974)。随着研究的深入,进入了定量测定鸟类群落结构(Emlen, 1971; Holmes and sturges, 1975)和研究群落结构内部生态关系的阶段(Wolf, 1976; Pearson, 1979)。Short (1979)还对繁殖鸟类群落的多样性和多度进行了分类。

从鸟类的个别科目研究鸟类群落结构见于Hogstad (1975)的报道;从生境类型进行鸟类群落结构分析的有北美低草草原鸟类群落结构(Cody, 1968; Wiens, 1973),荒漠灌丛鸟类群落结构(Tomoff, 1974),森林鸟类群落结构(Beals, 1960)和热带鸟类群落结构(Karr, 1976)的研究。高寒草甸鸟类群落结构的研究尚未见到报道,仅有Злогин(1975)在论述西天山生态系统结构时涉及到高寒草甸鸟类的密度和现存生物量。

作者于1978—1980年对高寒草甸鸟类在不同生境中的数量采用鸟巢统计和样区统计法进行了调查。现将80年5—8月同样区统计法获得的繁殖鸟类群落结构的主要参数报道如下,并作一初步分析。至于两种统计方法的对照及季节动态另撰文报道。

## 调查区域和方法

本项研究在青海省门源种马场风峡口地区进行。工作点地处青藏高原的东北隅,属祁

\* 本文承夏武平教授、郑光美付教授审阅并提出宝贵意见,在工作中得到李春秋、周兴民、周荣福、李建华、叶启智等同志大力协助,特此致谢。

连山东段大通河河谷盆地西北部,位于北纬 $37^{\circ}29'$ — $37^{\circ}45'$ ,东径 $101^{\circ}12'$ — $101^{\circ}35'$ ,海拔高度约3200—3400米。气候寒冷而湿润,据门源县气象站1961—1970年资料,年降水量531.6毫米,6—9月降水量占全年降水量的70%,年平均气温 $0^{\circ}\text{C}$ ,极端最低气温 $-30.1^{\circ}\text{C}$ (1月),最高 $26.7^{\circ}\text{C}$ (7月)。该地区无四季之分,仅有冷暖二季之别。水暖同季,日照长有利于牧草生长。

按《中国植被》(吴征镒,1980)的划分,研究区属于高寒草甸植被型,嵩草草甸群系组。地带性植被为高寒落叶灌丛和高寒草甸,主要植物群落有:

1.矮嵩草草甸:分布于滩地、河谷阶地、坡麓。优势种矮嵩草仅高7—9厘米,复盖度80—90%。伴生种为早熟禾等。

2.垂穗披碱草草甸:为普遍分布的次生植被类型,多出现于弃耕地和畜圈周围,垂穗披碱草稀疏,植株高35—40厘米,复盖度30—35%。

3.保护披碱草草甸:是用围栏的办法把天然垂穗披碱草保护起来,两年后复盖度达90%以上。

4.沼泽化草甸:主要分布在碟形洼地、河流低阶地和坡麓潜水溢出带。以华扁穗草和藏嵩草为优势种,复盖度达90—95%。

5.金露梅灌丛:分布于山地阴坡和河流两岸滩地,结构简单,仅有两层。灌木层以金露梅为建群种,株高25—40厘米,复盖度60—75%,草本层以珠芽蓼等冷中生植物为主,复盖度10—15%。

小嵩草及线叶嵩草草甸,因在研究区的分布面积狭小而未选样地。

鸟类数量统计方法:采用样区统计法(Giezen tanner, 1970)在各主要的植物群落类型中选择面积为8公顷( $400 \times 400$ 米)的样地,每个样地分成50块0.16公顷( $40 \times 40$ 米)的小样区,用木桩标记编号。统计时间每周1次,每次统计在上午9—11时进行。观察者按固定顺序,沿样地横向以每分钟20—30米的速度迂回前进。用双筒望远镜观察种类、性别、数量。统计结果记录在事先绘制好的样区图上。以繁殖季节(5—8月)每次统计数量的平均值作为鸟的密度。此外,逐月采集标本,以每个种的雌、雄成体的平均鲜重为鸟体重量。

## 结 果

### 一、种类及特征

统计期间共见到繁殖鸟18种,隶属于2目9科。除2种外均为雀形目鸟类。现将结果列于表1。

从表1看出:调查区内角百灵和小云雀均为优势种。个体小、平均体重低于40克的种类有14种之多。杂食鸟类10种,食虫鸟6种,食种籽鸟2种。有9种在草甸或灌丛的地表营巢,5种在各种洞穴中营巢,2种在灌丛枝上营巢。有夏候鸟7种,其余种类为留鸟。

### 二、各生境鸟类分布和密度

鸟类的生境分布取决于食物条件和隐蔽条件。因此,按植被类型分为5个生境,分

表1 高寒草甸营巢鸟类的密度及其生物学特征  
TABLE 1 Density and some biological characters  
of the breeding birds in alpine meadow

种名 Species	密度 (只/公顷) Density (Indiv/ha)	相对多度 Relative Abundance (%)	平均体重 (克) Mean Weight (g)	食性* Food	营巢地点** Nest Site
红脚鹧 <i>Tringa totanus</i> (SM)***	0.555	7.26	112.0	OM	ES
白腰草鹧 <i>Tringa ochropus</i> (SM)	0.146	1.92	75.0	OM	ES
长咀白灵 <i>Melanocorypha maxima</i>	0.261	3.42	85.9	OW	ES
角百灵 <i>Eremophila alpestris</i>	2.403	31.44	34.3	OM	ES
小云雀 <i>Alauda gulgula</i>	1.892	24.76	31.3	OM	ES
灰砂燕 <i>Riparia riparia</i> (SM)	0.125	1.63	11.5	I	C
黄头鹡鸰 <i>Motacilla citreola</i> (SM)	0.524	6.86	25.5	I	ES
粉红胸鹨 <i>Anthus roseatus</i> (SM)	0.063	0.82	19.8	I	ES
褐背地鸦 <i>Podoces humilis</i>	0.197	2.58	37.6	I	C
红咀山鸦 <i>Pyrhcorax pyrrhcorax</i>	0.042	0.55	285.0	OM	O
鸲岩鹨 <i>Prunella rubeculoides</i>	0.063	0.82	23.9	OM	ES
赭红尾鸲 <i>Phoenicurus ochruros</i> (SM)	0.125	1.63	18.3	I	ES
小蝗莺 <i>Locustella certhiola</i> (SM)	0.035	0.46	13.0	I	ES
树麻雀 <i>Passer montanus</i>	0.875	11.45	22.4	OM	O
白腰雪雀 <i>Montifrigilla taczanowskii</i>	0.119	1.56	39.8	OM	C
棕颈雪雀 <i>Montifrigilla ruficollis</i>	0.042	0.55	25.4	OM	C
黄咀朱顶雀 <i>Carduelis flavirostris</i>	0.125	1.65	12.6	S	B
朱鹀 <i>Urocynchramus pylzowi</i>	0.049	0.64	18.0	S	B
	7.641	100.00			

- \* OM:杂食 Omnivorous, I:食虫 Insectivorous, S:食草籽 Seed-eater,  
 \*\* ES:地表 Earth's surface, C:洞穴 Cave, B:灌丛枝 Bush, O:其他 Other,  
 \*\*\* SM:夏候鸟 Summer migrate,

别调查其中的种类和密度。此外，由于人工建筑物给鸟类分布和数量带来一定影响，因而也单列一生境一并研究。调查结果列于表 I。

表2 高寒草甸各生境鸟的密度(只/公顷)及相对多度(%)

TABLE 2 Density (indiv./ha) and relative abundance (%) of each habitat of the alpine meadow

生境类型 Habitats	矮嵩草草甸 <i>Kodresia hu-</i> <i>milis</i> meadow		居民点一嵩草草甸 Residential area- <i>Kobresia</i> meadow		垂穗披碱草草甸 <i>Elymus nutans</i> meadow		保护披碱草草甸 Protective <i>Elymus</i> meadow		沼泽化草甸 Swamp meadow		金露梅灌丛 <i>Potentilla</i> <i>fruticosa</i> shrub	
	密度	百分比	密度	百分比	密度	百分比	密度	百分比	密度	百分比	密度	百分比
	Density	Percent	Density	Percent	Density	Percent	Density	Percent	Density	Percent	Density	Percent
红脚鹑(T. t.)									3.33	37.5		
白腰草鹑(T. o.)									0.88	19.9		
长咀百灵(M. m.)									1.56	17.6		
角百灵(E. a.)	3.48	79.6	1.75	18.9	3.95	81.2	3.08	55.0			2.16	16.8
小云雀(A. g.)	0.39	9.0			0.53	11.0	2.25	40.2			8.18	63.6
灰砂燕(R. r.)	0.25	5.7									0.50	3.9
黄头鹌鹑(M. c.)									2.53	28.5	0.61	4.8
粉红胸鹑(A. r.)									0.38	4.2		
褐背地鸦(P. h.)	0.25	5.7	0.50	5.4	0.17	3.4	0.27	4.8				
红咀山鸦(P. p.)			0.25	2.7								
鹁岩鹑(P. r.)											0.38	2.8
赭红尾鹑(P. o.)			0.75	8.1								
小蝗莺(L. c.)									0.21	2.3		
树麻雀(P. m.)			5.25	56.8								
白腰雪雀(M. t.)			0.50	5.4	0.21	4.4						
棕颈雪雀(M. r.)			0.25	2.7							0.75	
黄咀朱顶雀(C. f.)											0.75	5.8
朱鹀(U. p.)											0.30	2.3

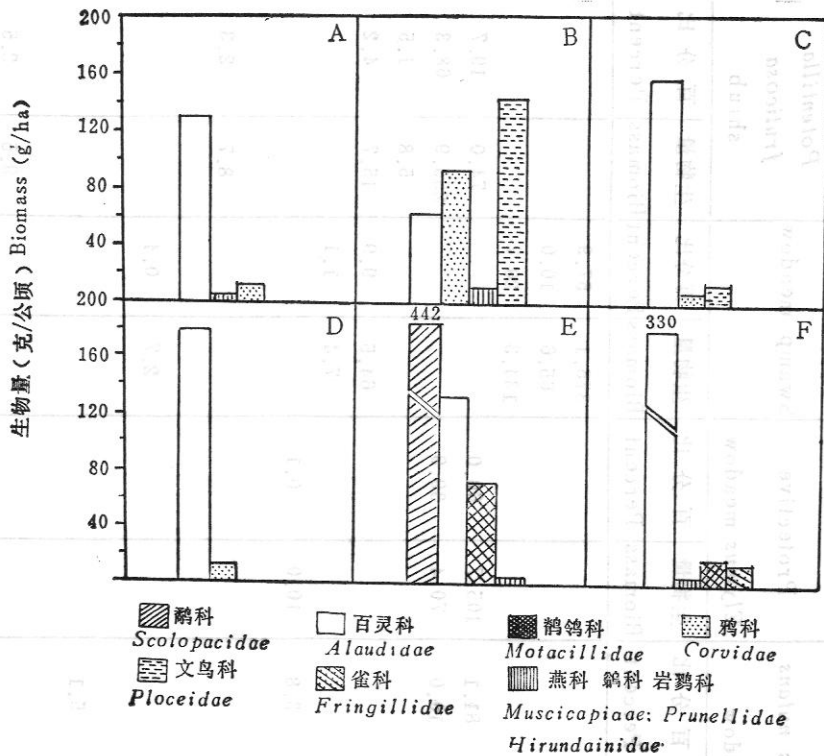


图1 不同生境中各科鸟类生物量分配比例

A.矮嵩草草甸 B.居民点一嵩草草甸 C.垂穗披碱草草甸 D.保护披碱草草甸 E.沼泽草甸 F.金露梅灌丛

Fig. 1 Distribution of bird biomass of each family in the different habitats

A. *Kobresia humilis* meadow B. Residential area-*Kobresia* meadow C. *Elymus nutans* meadow; D. Protective *Elymus* meadow E. Swamp meadow F. *Potentilla fruticosa* shrubbery

在5个生境中，金露梅灌丛有7种营巢鸟类分布，沼泽草甸6种。其余3类草甸仅有3—4种。由于人工建筑物的影响，居民点一嵩草草甸的营巢种类从矮嵩草草甸的4种增加到7个种。鸟类密度以灌丛最高，每公顷12.9只，沼泽草甸次之，每公顷8.9只。其余3个生境都在5只左右。由于上述的同种原因，居民点一嵩草草甸的密度从矮嵩草草甸的4.4只增加到9.3只。

### 三、现存生物量

根据表1、2的资料可以计算出现存生物量 (SCB)：

$$SCB = \sum (W_i N_i) \quad (\text{引自 Wiens, 1970})$$

这里 $N_i$ 是 $i$ 种的密度 (只/公顷)， $W_i$ 是 $i$ 种的平均体重(克)，计算结果列于表3。从各生境的现存生物量来看，沼泽化草甸最高，金露梅灌丛次之，嵩草草甸最低。再将不同生境中各科鸟类生物量的分布绘成图1，可以看出鸟类的密度对生物量起着决定性作用。百灵科鸟在各生境中都有分布，并在4个类型中占优势。在居民点一嵩草草甸文鸟科居首位则是由于建筑物招来大量的麻雀所致。在沼泽草甸鹬科占第一位，是由水域

表3 不同生境中鸟类的生物量(克/公顷)及百分比

TABLE 3 Bird biomass (g/ha) and percentage in the different habitats

生境类型 Habitats	矮嵩草草甸 <i>Kobresia hu-</i> <i>milis</i> meadow		居民点一嵩草草甸 Residential area- <i>Kobresia</i> meadow		垂穗披碱草草甸 <i>Elymus nutans</i> meadow		保护披碱草草甸 Protective <i>Elymus</i> meadow		沼泽化草甸 Swamp meadow		金露梅灌丛 <i>Potentilla</i> <i>fruticosa</i> shrub	
	生物量 Biomass	百分比 Percent	生物量 Biomass	百分比 Percent	生物量 Biomass	百分比 Percent	生物量 Biomass	百分比 Percent	生物量 Biomass	百分比 Percent	生物量 Biomass	百分比 Percent
红脚鹬(T. t.)									376.1	57.9		
白腰草鹬(T. o.)									65.6	10.0		
长咀百灵(M. m.)									134.3	20.7		
角百灵(E. a.)	119.3	82.9	60.0	19.5	135.4	81.1	105.7	60.0			74.0	19.7
小云雀(A. g.)	12.3	8.6			16.7	10.0	70.4	39.9			255.9	68.3
灰砂燕(R. r.)	2.9	2.0									5.8	1.5
黄头鹡鸰(M. c.)									64.5	9.9	15.7	4.2
粉红胸鹶(A. r.)									7.4	1.1		
褐背地鸦(P. h.)	9.4	6.5	18.8	6.1	6.3	3.8	10.0	0.1				
红咀山鸦(P. p.)			71.3	23.2								
鹳岩鹶(P. r.)											8.7	2.3
赭红尾鹶(P. o.)			13.7	4.5								
小蝗莺(L. c.)									2.7	0.4		
树麻雀(P. m.)			117.6	38.2								
白腰雪雀(M. t.)			19.9	6.5	8.5	5.1						
棕颈雪雀(M. r.)			6.4	2.0								
黄咀朱顶雀(C. f.)											9.5	2.5
朱鹀(U. p.)											5.3	1.5
ΣWiNi	143.9	100.0	307.7	100.0	166.9	100.0	186.1	100.0	650.6	100.0	374.9	100.0

带来的影响。

#### 四、群落的多样性

鸟类群落结构的参数除种类、密度、生物量外，尚有多多样性、均匀性。按Shannon-Weaver (Pielou, 1966) 公式计算多样性指数 ( $H'$ ) 为

$$H' = -\sum P_i \log_e P_i$$

这里,  $P_i$ 是群落中*i*种的相对多度(%)。按照 $J' = H'/H'_{\max}$ 公式 (Pielou, 1966) 计算均匀性 (Evenness)。最大多样性则用 $H'_{\max} = \log_e S$ 公式计算,  $s$ 代表样区繁殖鸟类种的数目。群落结构参数列于表4。

从表4可以看出, 各生境中营巢鸟类密度与植物生物量没有直接关系。种类数量多, 均匀度大时, 种的多样性就高; 而密度对多样性并无影响。生物量多样性与现存植物生物量无关, 而与种类数量和种的多样性有密切关系。多样性最高、均匀度最大的沼泽化草甸繁殖鸟类群落结构最稳定; 垂穗披碱草草甸最不稳定。

### 讨 论

高原气候严酷、寒冷、风大, 全年无夏。植物生长期短, 草类生长矮小, 对动物的生活有较多限制。动物界是贫乏的, 然而那些特别能适应于此种环境的种类得以大量繁殖, 而少竞争对象。动物的穴居习性因气候的寒冷而进一步强化 (中国科学院《中国自然地理》编辑委员会, 1979)。调查区内营巢鸟类状况基本如此。只有2目9科18种, 那些特别能适应此种环境的种类如百灵科的鸟类得以大量繁殖。因植物垂直层次发育甚差, 大多数是地表营巢鸟类, 只有黄嘴朱顶雀和朱鹀在灌丛枝上营巢。这和Giezantner (1970) 对科罗拉多州北部低草原的调查结果相似。不同的是本地区由于鼠穴较多, 有较多鸟类利用鼠穴营巢。就食物而言只有两种食草籽的鸟类即黄嘴朱顶雀和朱鹀, 其余均为杂食和食虫鸟。

不同生境中的种类组成和数量有较大变化, 6个类型中的3个生境有繁殖的6—7种, 其余3个类型只有3—4种。密度最高的是金露梅灌丛(12.9只/公顷), 最低的是矮嵩草草甸(4.4只/公顷)。由于我们掌握资料不足, 不能详细分析这一变化。但作者初步认为: 营巢条件是繁殖成败的主要因素。金露梅灌丛有一定的层次发育, 植被复盖适度, 提供了高寒草甸区较好的营巢条件。因此, 在这儿集中了全部地表营巢鸟的44%和全部灌丛枝营巢的鸟类, 特别是小云雀等地栖性鸟类喜欢在隐蔽条件较好的灌丛基部营巢, 从而大大增加了该生境中的鸟类密度。居民点—嵩草草甸较多的种类和较大的密度则是由于建筑物招来大量麻雀和数量不多的赭红尾鹀、红嘴山鸦的缘故。当然, 食物资源的不足而引起的种间竞争也是决定小型雀形目群体结构的主要因素之一 (Hostad, 1975)。据吴亚、金翠霞 (1980) 对该地区昆虫群落结构的研究, 沼泽草甸和金露梅灌丛昆虫组成比较复杂 (前者207种, 后者193种), 多样性指数都高, 从而使89%的杂食和食虫鸟分布在这2个生境中, 其密度和多样性指数随之增加。

Grant等 (1979) 认为动物种的多样性和均匀度与植被复盖度没有明显关系, 我们的调查结果也是如此。复盖度95%以上的人工保护垂穗披碱草草甸的种类均匀度和多样

表4 高寒草甸繁殖鸟类群落结构参数  
TABLE 4 Structural parameters of breeding bird communities in the alpine meadow

群落参数 Community parameters 植被类型 Vegetation types	植物群落 Plant communities		鸟类群落 Bird communities								
	代表植物 Representative plant	地上植物生物量 (干重克/米 <sup>2</sup> ) Above-ground (dry weight/m <sup>2</sup> )	种数 NO. of species	密度 (只/公顷) Density (indiv/ha)	种的多样性 Species diversity			生物量 (克/公顷) Biomass (g/ha)	生物量多样性 Biomass diversity		
					H <sup>1</sup>	H <sup>1</sup> max	J <sup>1</sup>		H <sup>1</sup>	H <sup>1</sup> max	J <sup>1</sup>
矮嵩草草甸 <i>Kobresia humilis</i>	<i>Kobresia humilis</i> <i>Poa sp.</i>	195.9	4	4.4	0.73	1.39	0.53	143.9	0.62	1.39	0.45
居民点一嵩草草甸 Residential area- <i>Kobresia</i> meadow	<i>Kobresia humilis</i> <i>Poa sp.</i>	195.9	7	9.3	1.35	1.95	0.69	307.7	1.59	1.95	0.82
垂穗披碱草草甸 <i>Elymus nutans</i> meadow	<i>Elymus nutans</i> <i>Stipa aliena</i>	206.3	4	4.9	0.66	1.39	0.47	166.9	0.68	1.39	0.49
保护披碱草草甸 Protective <i>Elymus</i> meadow	<i>Elymus nutans</i> <i>Stipa aliena</i>	515.0	3	5.6	0.84	1.10	0.76	176.1	0.67	1.39	0.61
沼泽化草甸 Swamp meadow	<i>Blasmus sinocompe-</i> <i>ressus</i> <i>Kobresia tibetica</i>	285.5	6	8.9	1.48	1.79	0.83	650.6	1.17	1.79	0.65
金露灌丛 <i>Potentilla</i> <i>fruticosa</i> shrub	<i>Potentilla fruticosa</i> <i>Polygonum viviparum</i>	184.9	7	12.9	1.21	1.95	0.62	374.9	1.02	1.95	0.52



表5 高寒草甸与其他地区繁殖鸟类群落结构参数的比较

TABLE 5 Comparison of the parameters of breeding bird community between the alpine meadow and other areas

地 点 Sites	生 境 Habitat	种 数 Species	密 度 (只/公顷) Density (indiv/ha)	H'	J'	生 物 量 (克/公顷) Biomass (g/ha)
White Mountains1) (新罕布什尔)美国	森 林 forest	25-29	15.9-20.5	2.36-2.89	0.72-0.88	302.6-418.7
Southern Arizona2) (亚利桑那州南部)美国	荒漠灌丛 desert shrub	4-13	0.5- 2.9	1.09-2.39	0.72-0.87	133.0
Northern America3) 北 美 风 峡 口	低草草原 short grass 高寒草甸	2-6	1.0- 5.5	0.44-1.43	0.40-0.99	40.0-133.0
Feng Xia Kou (青海省门源县)中国	alpine meadow	3-7	4.4-12.9	0.66-1.48	0.47-0.83	143.9-650.6

1) .Holmes & Sturges, 1975; 2) .Tomoff, 1974; 3) .Wiens, 1974.

性都较低，而均匀度和多样性最高的沼泽化草甸的复盖度也很高。Grant等(1979)还认为：最高和最低的植被复盖度、动物生物量有高的倾向；中等复盖度的植被中，动物生物量有低的倾向。在我们的结果中，高复盖度的沼泽化草甸生物量倒是最高，但复盖度低的垂穗披碱草草甸并不高，这也许是因为他们研究的是兽类，而我们研究的是鸟类的缘故。

从表5可以看出，高寒草甸群落结构参数低于英格兰森林营巢鸟类群落，各植物群落间的生物量变化较后者大。多样性指数比斯堪的纳维亚半岛的草地桦木林的多样性指数(0.08—2.35)低(Hogsta, 1975)。与北美低草草原相比，种数、多样性和均匀性都相近，而密度和生物量则较高。可见，对鸟类来说，高寒草甸的环境条件可能优于北美低草草原。西天山高寒草甸每公顷鸟类密度0.9只，生物量每公顷37.3克(Злотин, 1975)明显低于我们的研究区。

鸟类群落结构似基于栖息地结构(MacArthur and MacArthur, 1961)多样性的增加与植被多样性的增加相关(Cody, 1970; Karr and Roth, 1971)，随植物水平和垂直层次的复杂性增加而增加(MacArthur和MacArthur, 1961; MacArthur, 1965)。而Wiens, (1974)认为：鸟类群落现存生物量则随植被多样性指数的增加而显著减少。同时鸟类群落随着季节变化而显著变化，如华盛顿州的Snivey峡谷，夏季148只/公顷，多样性指数为6.8，均匀度为0.67；冬季59只/公顷，多样性指数为4.4，均匀度为0.70。鸟类种群也可能通过它们的食物来源来调节其数量(Rotenberr, etal.1979)。为此，高寒草甸鸟类群落的进一步分析必须着重于环境的关系(特别是植物、昆虫)和群落动态的研究。

生态系统

## 小 结

1. 研究区共有繁殖鸟类18种, 隶属2目9科。其中地栖鸟类占78%, 留鸟占61%, 杂食性鸟类占56%, 食虫鸟占33%。

2. 在6个生境类型中, 金露梅灌丛种类最多(7种), 密度也最大(12.9只/公顷)。沼泽化草甸的生物量最大(650.6克/公顷)。

3. 百灵科鸟类的数量最多, 在6个生境中都有分布, 并在其中的4个类型中占优势。其次是鸦科鸟类在4个生境中有分布。

4. 高寒草甸各生境间的繁殖鸟类群落的稳定性差异较大, 沼泽化草甸的多样性指数(1.48)、均匀度(0.83)比较高, 因而群落结构稳定。垂穗披碱草草甸多样性指数(0.66)、均匀度(0.47)比较低, 因此该群落最不稳定。

## 参 考 文 献

- 中国科学院《中国自然地理》编辑委员会, 1979 中国自然地理《动物地理》。科学出版社。
- 吴亚、金翠霞 1980 草甸昆虫群落及其空间与时间结构。昆虫学报, 23(1): 156—165。
- 吴征镒主编 1980 中国植被。科学出版社。
- Beals, E. 1960 Forest bird communities in the Apostle Islands of Wisconsin. *Wilson Bull.* 72:156—181.
- Cody, M.L. 1968 On the methods of resource division in grassland bird communities. *Amer. Natural.* 102:107—147.
- Emlen, J.T. 1971 Population densities of bird derived from transect counts. *Auk* 88:323—342.
- Emlen, J.T. 1972 Size and structure of a wintering avian community in Southern Texas. *Ecology* 53:317—329.
- Giezentanner, J.B. 1970 Avian distribution and population fluctuations on the short-grass prairie of north central Colorado. Grassland Biome U.S. IBP, Technical report No.62.
- Grant, W.E. and E.C. Birney 1979 Small mammal community structure in North American grasslands. *J. Mamma.* 60:23—36.
- Hogstad, O. 1975 Structure of small passerine communities in subalpine birch in Fennoscandia. In "Fennoscandia Tundra Ecosystems" part 2 "Animal and Systems Analysis" (Ed by F.E. Wielgolaski) Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, pp.94—104.
- Holmes, R.T. and F.W. Stureges 1975 Bird community dynamics and energetics in north hardwood ecosystem. *J. Animal Ecology* 44:175—200.
- Karr, J.R. 1968 Habitat and avian diversity on strip-mined land in east central Illinois. *Condor* 70:348—357.
- Karr, J.R. 1971 Structure of avian communities in selected Panama and Illinois habitats. *Ecol. Monogr.* 41:201—233.
- Karr, J.R. and R.R. Roth 1971 Vegetation Structure and avian diversity in several

- new world areas. *Amer. Natural.* 105:423—435.
- Karr, J.R. 1976 Seasonality, resource availability and community diversity in tropical bird communities. *Amer. Natural.* 110:973—994.
- Kricher, J.C. 1972 Bird species diversity on strip-mined land in east central Illinois. *Ecology* 53:278—282.
- Kricher, J.C. 1973 Summer species diversity in relation to secondary succession on the diversity index. *Amer. Mid. Natural.* 89:121—127.
- Kricher, J. C. 1975 Diversity in two wintering bird community: possible weather effect. *Auk* 92: 766—777.
- MacArthur, R. H. 1965 Patterns of species diversity. *Biol. Rev.* 40: 510—553.
- MacArthur, R. H. 1971 Patterns terrestrial bird communities. In "Animal Biology" (Ed by D. S. Farner and J. R. King) . Vol. 1, pp : 189—221. Academic Press, New York.
- MacArthur, R. H. and J.W. MacArthur 1961 On bird species diversity. *Ecology* 42: 594—598.
- Pearson, D. L. 1977 Ecological relationships of small antbirds in Amazonian bird communities. *Auk* 94:283—291.
- Pilcu, E.C. 1966 Shannon's formula as a measurement of specific diversity and its use and misuse. *Amer. Natural.* 100: 463—465.
- Rabenold, K. V. 1978 Foraging strategies, diversity and seasonality in bird communities of Appalachian spru-firforests. *Ecol. Monogr.* 48:397—427.
- Recher, H. F. 1969 Bird species diversity and habitat diversity in Australia and north America. *Amer. Natural.* 103:75—80.
- Rotenberry, J. T. and R. E. Fitzner, W. H. Rickard 1979 Seasonal variation in avian community structure: differences in mechanisms regulating diversity. *Auk* 96:499—505.
- Røy, N. 1975 Breeding bird community structure and species diversity along an ecological gradient in deciduous forest in Western Norway. *Orn. Scand.* 6:1—14.
- Salt, G. W. 1953 An ecological analysis of three California avifaunas. *Condor* 5: 258—273.
- Tomoff, C. S. 1974 Avian species diversity in desert scrub. *Ecology* 55: 396—403.
- Uramoto, M. 1961 Ecological study of bird community of the broadleaved deciduous forest of central Japan. *Misc. Rec. Yamashina Inst. for Orn. and Zool.* 3: 1—22.
- Wiens, A. J. 1970 Avian population and patterns of habitat occupancy at the Pawnee site, 1968—1969. *Grassland U. S. IBP, Technical report No. 63.*
- Wiens, A. J. 1973 pattern and process in grassland bird communities. *Ecol. Monogr.* 43:237—270.
- Wiens, A. J. 1974 Habitat heterogeneity and avian community structure in north American grassland. *Amer. Midl. Natural.* 91:195—213.
- Willson, M. P. 1974 Avian community organization and habitat structure. *Ecology* 55:1017—1029.
- Wolf, L. L., F. G. Stiles, and F. R. Hainsworth. 1976 Ecological organization of a

tropical highland humming bird community. J. Animal Ecol. 45:349—379.  
Злотин Р. И. 1975 Жизнь в Высокогорьях. Издательство Мысль Москва.

外文摘要 (Abstract)

ON THE STRUCTURE OF BIRD COMMUNITIES IN  
AN ALPINE MEADOW AREA

ZHANG Xiao'ai

(Northwest Plateau Institute of Biology, Academia Sinica)

During nesting season in 1980, the author had examined the breeding bird communities of alpine meadow area, at Feng Xia Kou, situated at Men-Yuan County in the Northeastern Qinghai-Xizang (Tibet) plateau, in an altitude of 3200—3400m. It has a typical plateau climate. Investigations were carried out on five vegetation types. Plot count method was used.

Altogether 18 species of breeding birds belonging to 9 families and 2 orders are found to occur in the studied area. Among them, 78% are ground nesters; 56% are resident; besides, 56% are omnivorous, 33% are insectivorous.

The difference of stability between every bird community is considerably obvious. The indices of diversity (1.48) and evenness (0.83) on the swamp meadow are higher, while on the *Elymus nutans* meadow they are lower (0.66 and 0.47 respectively). It has demonstrated that the stability of bird community of swamp meadow is the greatest, and that of the *Elymus nutans* is the smallest.