

# 农业耕作活动对西藏越冬黑颈鹤食性及食物可获得性的影响

Mary Anne Bishop<sup>1 2</sup> 李凤山<sup>1</sup>

<sup>1</sup>( International Crane Foundation , PO Box 447 , Baraboo , Wisconsin 53913-0447 , USA )

<sup>2</sup>( Prince William Sound Science Center , PO Box 705 , Cordova , Alaska 99574 , USA )

**摘要 :** 于 1996 年 1 月对在西藏中南部越冬黑颈鹤的食性和谷物性食物的可获得性进行了研究。青稞( *Hordeum vulgare* )、春小麦( *Triticum* spp. )、冬小麦( *Triticum* spp. )是该地区的 3 种主要作物。对黑颈鹤粪便的分析表明,越冬黑颈鹤取食大量的农作物,尤其是小麦散落谷粒,而冬小麦苗仅占鹤类食物组成的很小一部分。秋收后的翻耕、放牧等农业活动影响地面上作物残物(种子、叶、秆或根)及谷粒残物(裸粒、穗、稃)的数量,农地翻耕掩埋了大部分的作物残物。未翻耕青稞地与小麦地上的作物残物覆盖比值相似。谷粒残物的密度在未翻耕的小麦地上最大。为了最大限度地增加黑颈鹤的冬季食物资源,减少人为活动对黑颈鹤的干扰,我们建议:在秋收后不要翻耕河流两侧的青稞地和小麦地;在冬小麦种植地区,冬小麦应仅仅种植在主要公路两侧。

**关键词 :** 黑颈鹤( *Grus nigricollis* ), 谷粒残物, 作物残物, 食性, 西藏

中图分类号: Q16

文献标识码: A

文章编号: 1005-0094(2002)04-0393-06

## Effects of farming practices in Tibet on wintering Black-necked Crane (*Grus nigricollis*) diet and food availability

Mary Anne Bishop<sup>1 2</sup> and Li Feng-Shan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> International Crane Foundation , PO Box 447 , Baraboo , WI 53913-0447 , USA

<sup>2</sup> Prince William Sound Science Center , PO Box 705 , Cordova , AK 99574 , USA

**Abstract :** We studied the availability of cereal grains as food resources for wintering Black-necked Cranes in south-central Tibet Autonomous Region , People's Republic of China during January 1996. Barley , spring wheat , and winter wheat were the three major crops. Fecal samples revealed that Black-necked cranes fed extensively on waste cereal grain , especially wheat. Winter wheat seedlings comprised only a minor portion of the crane diet. Post-harvest farming practices including plowing and livestock grazing influenced surface residue cover ( seeds , leaves , stems , or roots ) and waste cereal grain ( kernels , spikelets , or chaffy bracts ) available for cranes. Plowing buried most crop residue. In unplowed fields , proportion of waste grain residue cover was similar in harvested barley and harvested wheat fields. Harvested wheat produced the greatest density of surface waste grain. We recommend providing unplowed , harvested wheat and harvested barley fields near rivers and cultivating winter wheat closer to primary roads in order to maximize grain availability and minimize potential disturbance to wintering Black-necked Cranes.

**Key words :** Black-necked Crane , *Grus nigricollis* , waste grain , crop residue , food habits , Tibet

黑颈鹤( *Grus nigricollis* )是国家一级保护的野生动物,主要分布于青藏和云贵高原,其繁殖地遍布青藏高原的沼泽地、淡水湖和河流两岸的湿地。冬季约有 3900 只黑颈鹤(约占全世界种群总数的 66%)在西藏雅鲁藏布江及其支流的河谷越冬

( Bishop , 1996 )。

黑颈鹤和斑头雁( *Anser indicus* )是西藏中南部地区最引人注目的两种鸟类,它们经常一起在农地上觅食,在河流和水库边的沼泽地过夜( Bishop *et al.* , 1997 )。通过 1990 ~ 1993 年 4 个冬季在西藏中

南部对鹤类栖息地利用的研究表明,黑颈鹤白天 74% 的时间是在农地上度过的,未翻耕的青稞地和春小麦地是黑颈鹤利用的主要农地类型(Bishop *et al.*, 1998)。

作者于 1996 年 1 月在西藏中南部黑颈鹤越冬区对农业耕作与黑颈鹤的关系进行了野外调查。本研究了解了黑颈鹤越冬地农业耕作情况,估算了地面散落谷物的数量,确定了谷物的可获得性和越冬黑颈鹤的食性,并在此基础上分析评估了农业耕作方式对黑颈鹤食物资源的影响,提出了保护和增加黑颈鹤食物资源的建议。

### 1 研究地点

我们在海拔 3700 ~ 4500 m 之间的西藏中南部选择了 3 个研究地点 (1)拉孜和彭措林之间的雅鲁藏布江河谷 (2)林周县澎波河谷 (3)墨竹工卡和达孜县拉木村附近的拉萨河谷(见图 1)。这 3 个地区共有黑颈鹤 400 ~ 800 只(Bishop *et al.*, 1998)。为简便起见,以下将上述 3 个地点分别称为拉孜、林周和墨竹工卡。关于这 3 个地点的详细信息,请参阅 Bishop *et al.*(1997)的文章。

西藏中南部属典型的大陆性季风气候,冬季寒冷干燥,年降雨量 300 ~ 500 mm。10 月至翌年 4 月是旱季,其间的降雨量小于全年降雨量的 10%,局

部地区降雪量很少且很快融化。在 1 ~ 4 月,西藏中南部常有大风。气温以拉萨为例,1 月份(最冷月)的月平均最低和最高气温分别为 -13.3℃ 和 5.7℃。

本地区的主要产业是种植业,主要作物有青稞 (*Hordeum vulgare*)、春小麦 (*Triticum spp.*) 和冬小麦 (*Triticum spp.*)。尽管冬小麦早在 20 世纪 70 年代就引种到西藏中南部,但大面积种植的历史并不长,且种植的程度因地点而异。其他作物有豌豆 (*isum sativum*) 和油菜 (*Brassica napus*) ,豌豆一般与春小麦套种。农业机械在这个地区的使用有限,主要用牲畜进行翻耕和播种,收割用长柄镰刀。农作物在 8 ~ 9 月收获。秋收后通常用犁杖翻地。大面积灌溉多在 4 ~ 9 月。由于每家的承包土地小而分散,这里的农田景观基本是由小面积的收割地、翻耕地和种植地等斑块镶嵌组成。牧业是这里的第二大产业,以饲养牛羊为主,提供家庭和商品用的肉、奶制品、帐篷、毛产品。在秋收后至第二年春播前,农牧民们白天把牲畜放出来,晚上则在圈内饲喂。

### 2 研究方法

#### 2.1 农业耕作和谷物可获得性

我们走访了当地县乡农业技术员、村民和村干部,了解农作物种植、产量和农机的使用情况。

选择的农地类型有 4 种:收获后的青稞地、收获

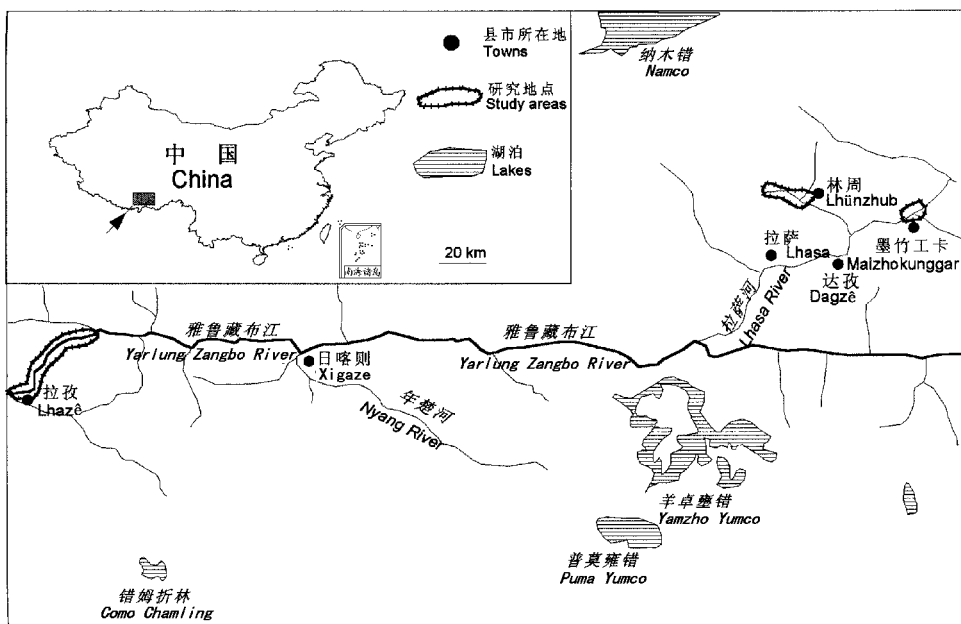


图 1 西藏中南部的 3 个研究地点以及主要县市和河流  
 Fig. 1 Three study areas, and major towns, rivers and lakes (South central Tibet, 1996)

后的小麦(包括冬小麦和春小麦)地、播种的冬小麦地、翻耕地。青稞、春小麦是在1995年8~9月收获的。一些农地在秋后就被翻耕了,冬小麦是在1995年9~10月间播种的。

用步量的方法在每种类型农地上做15个样地,每个样地大小为30 m × 30 m。由于农地地形或灌溉设施等因素,有些样地面积小于30 m × 30 m。然后用样线法(Laflen *et al.*, 1981)估计作物残物的数量,具体作法是用一个25 m长的皮尺沿庄稼地垄的对角线做样线,每隔0.5 m取样,记录落在样线上作物残物(种子、叶、麦秆或根)的数量。

用一个0.25 m<sup>2</sup>正方形取样器计数谷粒残物的数量,方法是在每个样地取10个样本,其中样地中部2个,样地4个角的每个角各取2个样本。在每个0.25 m<sup>2</sup>的样本内,分别计数小穗(带壳的谷粒)、复穗、稃(不带谷粒的空壳)、裸粒(不带稃的种子)以及苗(仅指冬小麦地)的数量。

分析作物残物可获得性的统计工具为SAS线性模型(美国North Carolina州SAS研究所)。根据每隔0.5 m落在样线上作物残物的数量,计算作物残物在每个样地的覆盖比值,然后把覆盖比值进行反正弦转换成度数。显著性检验的方法分别为:(1)用方差分析检验不同地点、不同类型农地以及地点与农地之间的作物残物覆盖比值(因变量)的显著性;(2)用 $\chi^2$ 好适合度法检验不同类型农地和地点的穗、稃、裸粒数量(因变量)的差异;(3)用Bonferonni *t* 检验法检验成对比较自变量的不同。因为不是所有研究地点都有冬小麦,我们对有无冬小麦的情况分别进行方差分析和 $\chi^2$ 检验。对所有的检验结果,用 $P < 0.05$ 定为显著性标准。

## 2.2 鹤类粪便分析

我们在3个研究地点都收集了鹤类的粪便。收集粪便时,覆盖尽可能大的范围。在有斑头雁的地方,依据颜色和质地来区分黑颈鹤和斑头雁的粪便(李凤山等,1997,1998)。在上述地点也收集了冬小麦、春小麦和青稞的样本,作为黑颈鹤粪便分析时的参照作物样本。把这些参照作物样本做成显微载片,并把每种作物的叶、种子、稃等各个部分的细胞形状、相对大小和排列形式绘制成图,成为区别不同作物的描述性指征,以协助鉴别黑颈鹤粪便里的作物类型。

在实验室里,根据李凤山等(1997,1998)的方

法对鹤类粪便进行混合、搅拌、碾碎等处理,制作显微载片。把从每一个研究地点收集来的粪便混搅起来,做成20个载片。在显微镜的视野内自载片的左上角开始判读,在每个至少有3个可辨别植物片段的视野内,把作物种类(冬小麦、春小麦、青稞)及其所属作物部位(叶、茎、种子或根)记录下来,重复这个过程直到完成20个视野(Cavende & Hanson, 1970; Scott & Dahl, 1980)。如果显微镜视野里的片段不属于参照作物样本,则记录成非谷物。非谷物包括本地植物和动物性食物,也可能是其他的作物,如油菜和豌豆。

通过测定谷物和非谷物食物类型在粪便中出现的频率来确定黑颈鹤的食性。每种食物类型在每个显微载片中都有一个百分比,把每个研究地点的20个粪便载片的百分比取平均值,即为某种食物类型的频率。

## 3 结果

在3种谷物作物中,冬小麦的产量最高,其种植面积也在逐年增加。自20世纪70年代以来,冬小麦在林周县就已成为主要农作物。墨竹工卡县于70年代试种了几年的冬小麦,80年代停种,1993年重新种植后面积剧增,至1996年1月份,冬小麦在墨竹工卡的一些乡镇几乎全部取代了春小麦。为了防止牲畜践踏,冬小麦播种后的农地上禁止放牧牲畜,因此,随着冬小麦面积的扩大,冬季放牧也开始受到限制。拉孜是三县中惟一没有种植冬小麦的县,这里地势较高、水源紧张,难以满足冬小麦对水源的需要,再加上这里牲畜多,冬季需要大面积的牧场。若种植冬小麦,势必不利于这里的牧业发展。

农机的使用情况各地大不相同。拉孜县农机不多,且仅用于货物运输,墨竹工卡县仅少数地区用机器播种,翻地和收割则用手工;林周县的农业机械化程度最高,多数农地都是机器种植、翻耕和收割,原因是1966年在林周县曾建立过一个机械化的澎波国营农场,1985年国营农场解体后,当地政府把农机都承包给了当地农户。当地村民告诉我们,由于这里地面不很平整,机械收割留下的谷粒远比手工收割留下的多。

为了控制土壤中的病虫害,3个地点都提倡秋翻。秋翻通常在10月初开始,有些地块在春播前翻二、三遍。我们于1996年1月调查时,林周县和拉

孜县有 1/3 的土地都翻耕过了 ;在墨竹工卡县 ,几乎找不到没有被翻耕的农地了。

### 3.1 谷物的可获得性

为了研究作物残物覆盖量和谷粒残物量 ,我们在拉孜、林周和墨竹工卡的 11 个地方(拉孜和林周分别选 3 个 ,墨竹工卡选 5 个地方)取了 161 个样本。每个地方都包括翻耕过的农地、收割后的青稞地和收获的小麦地。在林周和墨竹工卡(注 :拉孜县没有种植冬小麦) ,对冬小麦地也取了样。

在 4 种农地类型中 ,收获后的青稞和小麦地的作物残物覆盖平均比值相似( Bonferonni *t* 检验 :  $P < 0.001$  , 青稞  $\bar{x} = 0.31 \pm 0.11$  ,  $n = 45$  ;小麦  $\bar{x} = 0.31 \pm 0.12$  ,  $n = 41$  ) ,比播种后的冬小麦地和翻耕后的农地上的作物残物覆盖比值明显要高(两个  $P$  值都小于 0.001) ;而播种后的冬小麦地和翻耕后的农地上的作物残物覆盖比值仅分别为  $\bar{x} = 0.09 \pm 0.05$  ( $n = 30$ ) 和  $\bar{x} = 0.06 \pm 0.05$  ( $n = 45$ ) ,两者之间没有明显差异 ( $P = 1.0$ ) 。

当检验收获后青稞地、收获后小麦地和翻耕后农地三者的作物残物覆盖比值时 ,发现覆盖比值明显不同 ,分别为 :依农地类型  $F_{2,122} = 147.0$  ( $P = 0.000$ ) ;研究地点  $F_{2,122} = 6.5$  ( $P = 0.002$ ) ;类型与地点之间相互影响  $F_{4,122} = 4.9$  ( $P = 0.001$ ) 。拉孜样地的作物残物覆盖比值最低 ,略低于墨竹工卡的比值 ( $P = 0.086$ ) ;林周和墨竹工卡的样地上的作物残物覆盖比值之间则没有明显不同 ( $P = 0.469$  ,见图 2) 。

在所有类型的农地中 ,冬小麦地的表面谷粒残物密度最高 ,冬苗的覆盖比值为 97% 。谷粒残物中稈的出现频率最高 ,占有所有观察谷粒残物的 77% (见表 1) 。收获后未翻耕与翻耕地上的谷粒残物量明显不同 ( $\chi^2_6 = 265$  ,  $P = 0.001$ ) ,其中收获后的小麦地面上的残物量最多。同时也发现 ,不同地点的谷粒残物量也明显不同 ( $\chi^2_6 = 104$  ,  $P = 0.001$ ) ,其中以林周居首。

我们也检验了在一个特定地点上收割地和翻耕地的谷粒残物的可获得性。在所有地点 ,耕地类型不同 ,谷粒残物的频率也明显不同 ( $\chi^2$  , 所有  $P$  值小于或等于 0.008) ,其中收获后小麦地上的谷粒残物量占有所有谷粒残物的 50% 以上。在拉孜 ,收获后春小麦地谷粒残物(主要是稈)占有所有作物谷粒残物的 80% ( $n = 771$ ) ;在林周 ,收获后小麦地(春小麦和

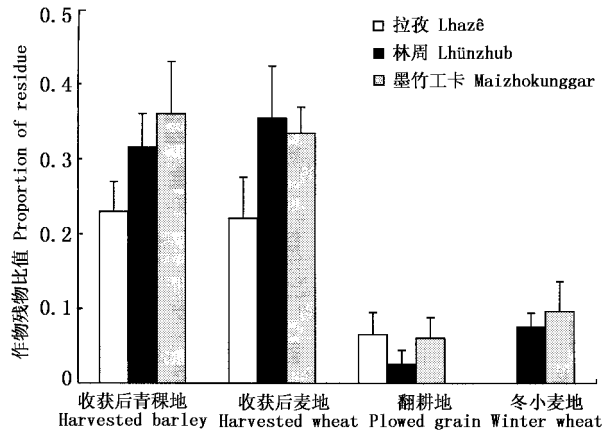


图 2 1996 年 1 月西藏中南部的不同农地类型和地点的作物残留物比率(显示标准差)

Fig. 2 Mean proportion of residue (with standard deviation) by field type and area (South central Tibet, January, 1996)

冬小麦地)和青稞地上的谷粒残物量的频率相似(小麦为 51% ,青稞为 47% ,  $n = 1213$ ) ,青稞谷粒残物的 21% 为裸粒和穗 ,而小麦仅 6% 为裸粒和穗 ;在墨竹工卡 ,收获后小麦地的谷粒残物为 57% ,青稞地为 39% ,稈占谷粒残物的 89% 。

### 3.2 食性

我们从野外共采集了 250 个黑颈鹤粪便 ,其中拉孜 70 个 ,林周 60 个 ,墨竹工卡 120 个。在每个地点 ,谷物占黑颈鹤食物组成的 70% 以上(见表 2) 。非谷物食物(包括本地天然植物、动物性食物和非谷物性作物)在黑颈鹤的食物组成中随地点不同而异 ,在林周为 20% ,在墨竹工卡和拉孜各为 27% 。综合 3 个地点的数据 ,在黑颈鹤食物中 ,植物茎部占 6% ,稈占 35% ,裸粒占 31% 。冬小麦的根部和苗占 4% 以下。

## 4 讨论

本研究表明 ,谷物残物是在西藏中南部越冬的黑颈鹤的主要食物来源 ,原因是谷物含有高能量的碳水化合物 ,容易被鹤类吸收。尽管黑颈鹤也取食冬小麦的苗 ,但与冬小麦苗的可获得量相比较 ,它们所取食的仅仅是其中很小部分。青稞在这一地区的种植面积比任何小麦品种都要大 ,但是在黑颈鹤粪便中小麦的检出率却比青稞高。在加拿大的 Saskatchewan 省 ,沙丘鹤 (*Grus canadensis*) 对小麦的嗜好要高于青稞 ,尽管谷粒残物量多少也影响着沙丘鹤对每类作物的利用 (Sugden & Clark ,1988 ;

表 1 1996 年在西藏中南部不同类型农地上的表面谷粒残物(包括谷粒残物和冬苗)的密度和百分比(在 0.25 m<sup>2</sup> 的样方上)  
Table 1 Density of surface grain( waste grain and seedlings ) and percentage by grain fragment in harvested and plowed grain fields as determined from 0.25 m<sup>2</sup> quadrats ( South central Tibet , January , 1996 )

农地类型 Field type	样方大小 <i>n</i>	谷粒残物数/0.25 m <sup>2</sup> Grain/0.25m <sup>2</sup> $\bar{x}$	谷物成分的百分比 Grain ( % )				
			复穗 Multiple spikelet	小穗 Spikelet	稃 Bract	裸粒 Kernel	麦苗 Seedling
收获后的青稞地 Harvested barley	450	2.1	2	13	60	25	0
收获后的小麦地 Harvested wheat	410	3.8	2	4	87	7	<0.05
翻耕后的青稞或小麦地 Plowed barley or wheat	450	0.1	2	2	86	10	0
播种后的冬小麦地 Planted winter wheat	300	6.1	<0.05	<0.05	1	1	97

表 2 1996 年 1 月在西藏中南部的黑颈鹤粪便中检测出的作物种类和其片段的百分率

Table 2 Percentage of food by crop and fragment type detected in fecal samples of Black-necked Cranes ( South central Tibet , January 1996 )

地点 Locality	食物类型 Food type	片段的百分比 Fragments ( % )					
		秆茎 Stem	裸粒 Kernel	稃 Bract	根 Root	冬苗 Seedling	未知成分 Unidentified
拉孜县 Lhazê County	春小麦 Spring wheat	3	28	22	0	0	
	青稞 Barley	5	8	7	0	0	
	非谷物 Non-grain						27
林周县 Lhünzhub County	春小麦 Spring wheat	2	13	9	0	0	
	青稞 Barley	2	8	5	0	0	
	冬小麦 Winter wheat	2	16	16	1	6	
	非谷物 Non-grain						20
墨竹工卡县 Maizhokunggar County	春小麦 Spring wheat	1	12	11	0	0	
	青稞 Barley	2	10	10	0	0	
	冬小麦 Winter wheat	1	11	13	0	3	
	非谷物 Non-grain						27

Sugden *et al.* , 1988 )。由于小麦中可代谢能量高于青稞(小麦  $\bar{x}$  = 3.53 kcal/g, 青稞  $\bar{x}$  = 3.17 kcal/g), 沙丘鹤对小麦的嗜好可能是因为能从小麦中获得更多的可代谢能量( Sugden , 1971 )。

谷粒残物量的多少受很多因素影响。在北美洲, 机械收割的农地上谷物残物覆盖比值为 80% ~ 90% , 其中麦秆(包括叶片、叶鞘、茎)占 70% , 谷壳(包括稃、穗和小部分茎)占 30% ( Tanaka & Hofman , 1994 )。收获时间和气候也影响收获后谷粒残物的多少。例如, 由于人为或气候原因而推迟收获, 会有更多的麦穗和种子散落在地上。

谷粒残物在农地上存留时间的长短与风、水和牲畜放牧有关。其他利用谷物的野生动物如啮齿类、鸽形目鸟类、黄嘴朱顶雀( *Carduelis flavirostris* )、百灵科鸟类也影响散落谷物的多少。因为西藏中南部几乎没有牲畜围栏, 牲畜散放会践踏冬小麦苗, 因此林周和墨竹工卡很多地方为了保护冬苗, 在收获后禁止放牧。

尽管我们此次没有专门研究放牧与谷粒残物量

之间的关系, 但值得注意的是, 在 3 个研究地点中, 拉孜县的谷粒残物覆盖比值最低。拉孜县没有种植冬小麦, 该县家畜数量最多, 允许家畜在收获后的农地上放牧。例如, 该县扎西宗乡的面积是 300 km<sup>2</sup>, 但是有 15 030 只家畜, 密度高达 50.1 只/km<sup>2</sup>。当 1996 年 1 月我们在野外取样的时候, 家畜已经在农地上放牧了将近 4 个月, 因此我们估计这里的谷物残物主要为牲畜所利用。美国在这方面的研究表明, 牲畜可以利用农地上多达 80% 的玉米( *Zea mays* ) 残物( Baldassarre *et al.* , 1983 )。如果在收获后控制放牧, 农地上会有更多的谷物残物, 就会吸引更多的鹤类。

翻耕是另一个影响农地表面谷粒残物数量的因子。本研究表明, 在翻耕过的农地上的作物残物和谷粒残物最低。为了控制农业害虫和杂草, 目前西藏中南部县乡政府提倡秋翻, 且普遍使用犁杖翻耕。犁杖比圆盘耙翻得更深, 这样残留的谷物也被埋得更深。美国和加拿大的许多地方喜欢使用圆盘耙等翻得浅的犁耙, 可以提高地表谷物残留物的覆盖比

值(可高达 90% ,Tanaka & Hofman ,1994)。地表上高的谷物残物覆盖既可减少风蚀和水土流失,又可增强土壤的蓄水能力。把谷物残物管理与除草剂结合起来,同样可以控制杂草的滋长( Sloneker & Moldenhauer ,1977)。

在我们访问的西藏干部或农民中,没有人提到黑颈鹤取食冬小麦的问题,只是说斑头雁取食农作物。然而,秋翻面积的增长会减少黑颈鹤的食物资源,使得黑颈鹤转而取食冬小麦。为了避免此类现象的发生,我们建议在秋收后留出一些农地不翻耕,这样既为黑颈鹤提供食物,又会减少黑颈鹤对冬小麦的取食。在加拿大的 Saskatchewan 省研究发现,尽管沙丘鹤对谷物食物的选择与地块大小相关,但与水源地(水源地是沙丘鹤的过夜地或休息地)的关系最为密切( Sugden *et al.* ,1988)。西藏的越冬黑颈鹤在觅食时,近 20% 的白天时间在河流附近,而尽量远离主要公路( Bishop *et al.* ,1998)。因此,如果计划留出一些不翻耕的农地,可以考虑在河流附近,而在公路附近则要翻耕。这样可以最大限度地提高黑颈鹤的食物来源,同时又可以把对黑颈鹤的干扰减少到最低程度。

秋翻、扩大冬小麦种植面积和牲畜放牧是影响黑颈鹤的谷物食物可获得量的 3 个主要因子。在对西藏中南部黑颈鹤越冬种群及其生境进行管理时,要认真考虑和处理这 3 个因子,以便既增加农地上黑颈鹤的食物,又照顾了当地群众的生产、生活。本研究在这方面提出了一些初步的耕作业管理措施。为了更好地理解鹤类与耕作业的关系,有必要在这方面开展进一步的科学研究,例如,在黑颈鹤到达后,可对黑颈鹤整个越冬期间内的谷物食物可获得性进行全面研究,样地种类也应更加齐全。另外,由于冬季不同时间鹤类食物的可获得量以及农业耕作活动不同,对黑颈鹤栖息地也应该采取多种不同的管理策略。

在 2001 年初,西藏林业局把很多黑颈鹤越冬地划进了省级自然保护区。鉴于人为景观对黑颈鹤的生存至关重要,我们建议保护区针对青稞和小麦地开展监测和科研活动。同时,应该成立一个有当地政府、农业有关部门和当地群众参加的管理委员会,以便协助社会各界学习和参与保护区的自然保护工作,密切保护区内农业和自然保护活动之间的联系。

致谢 感谢西藏农牧局陈新强对本研究所给予的积

极协助。安周加和多杰协助野外工作,聂卉帮助分析黑颈鹤粪便,Alex Prichard 进行统计分析,S. P. Green 绘图。我们也感谢提供农业耕作信息的墨竹工卡、林周、拉孜县的县乡干部、技术员以及当地农牧民。

## 参考文献

- 李凤山, 聂卉, 叶长红, 1997. 黑颈鹤越冬期间植物性食物的显微分析. *动物学研究*, **18**(1): 51 ~ 57
- 李凤山, 聂卉, 叶长红, 1998. 贵州草海斑头雁的冬季食性分析. *动物学杂志*, **33**(4): 29 ~ 33
- Baldassarre G A, R J Whyte, E E Quinlin and E G Bolen, 1983. Dynamics and quality of waste corn available to post-breeding waterfowl in Texas. *Wildlife Society Bulletin*, **11**: 25 ~ 31
- Bishop M A, 1996. Black-necked Crane (*Grus nigricollis*) species account. In: C Meine, G Archibald (eds.), *The Cranes: Status Survey and Conservation Action Plan*. IUCN: Gland, Switzerland, 184 ~ 193
- Bishop M A, Y Song, Z Canjue and B Gu, 1997. Bar-headed Geese *Anser indicus* wintering in south-central Tibet. *Wildfowl*, **48**: 118 ~ 126
- Bishop M A, Z Canjue, Y Song, J Harkness and B Gu, 1998. Winter habitat use by Black-necked Cranes *Grus nigricollis* in Tibet. *Wildfowl*, **49**: 228 ~ 241
- Cavender B R and R M Hanson, 1970. The microscopic methods used for herbivore diet estimates and botanical analysis of litter and mulch of the Pawnee site. Technical Report, Colorado State University. Fort Collins, USA, **18**: 1 ~ 10
- Laflen J M, M Amemiya and E A Hintz, 1981. Measuring crop residue cover. *Journal of Soil and Water Conservation*, **6**: 341 ~ 343
- Moldenhauer W C and A L Black, 1994. Introduction: why the emphasis on crop residue management? In: W C Moldenhauer and A L Black (eds.), *Crop Residue Management to Reduce Erosion and Improve Soil Quality*. Northern Great Plains, USA: Agricultural Research Services, U. S. Department of Agriculture, 1 ~ 2
- Scott G and B E Dahl, 1980. Key to Selected Plant Species of Texas Using Plant Fragments. Occasional Papers, The Museum, Texas Tech University, Lubbock, Texas
- Sloneker L L and W C Moldenhauer, 1977. Measuring the amounts of crop residue remaining after tillage. *Journal of Soil and Water Conservation*, **32**: 231 ~ 236
- Sugden L G, 1971. Metabolizable energy of small grains for mallards. *Journal of Wildlife Management*, **35**: 781 ~ 785
- Sugden L G and R G Clark, 1988. Small grain selection by captive sandhill cranes. *Journal of Wildlife Management*, **52**(2): 263 ~ 265
- Sugden L G, R G Clark, E J Woodsworth and H Greenwood, 1988. Use of cereal fields by foraging Sandhill Cranes in Saskatchewan. *Journal of Applied Ecology*, **24**: 111 ~ 124
- Tanaka D and V Hofman, 1994. Residue reduction. In: W C Moldenhauer, A L Black (eds.), *Crop Residue Management to Reduce Erosion and Improve Soil Quality*. Northern Great Plains, USA: Agricultural Research Services, U. S. Department of Agriculture, 36 ~ 41

(责任编辑: 闫文杰, 时意专)