

151-158

19657(5)

第17卷第2期

生态学报

Vol. 17, No. 2

1997年3月

ACTA ECOLOGICA SINICA

Mar., 1997

赛加羚羊(*Saiga tatarica*)生态适应性研究

## ——生态环境的差异性分析

刘荣堂

(甘肃农业大学, 兰州, 730070)

Q959.842

**A** **摘要** 自1988~1993年, 结合《引进赛加羚羊驯化研究》, 对赛加羚羊现代分布区、国内历史分布区和43个样点的11项气象地理要素计算欧氏距离和模糊相似优先化, 并进一步作气候图解分析, 发现引种区——甘肃武威地区的生态环境与赛加羚羊现代分布区中的别特帕克达拉等地具有一定的相似性, 气候类型介于哈萨克斯坦的半荒漠与荒漠草原之间, 更相似于荒漠草原。认为赛加羚羊同其它生物种一样, 有其特定的生态位, 但随生态条件的变化而变化。要保证生态效能的充分发挥, 赛加羚羊必须与环境统一, 途径有三, 其中在生态环境基本相似的区域内引种才是可行的, 甘肃武威地区便是这种区域之一。进一步分析各种生态因子对环境的作用及物源状况十分重要。

**关键词:** 赛加羚羊, 生态适应性。

生态环境,

## ECOLOGICAL ADAPTATION OF SAIGA TATARICA

—— ANALYSIS OF DIFFERENCE IN  
ECOLOGICAL ENVIRONMENT

Liu Rongtang

(Gansu Agriculture University, Lanzhou, 730070, China)

**Abstract** E' distance and fuzzy resemble order of 11 ecological and geographical factors in 43 sample plots in the current distribution area, domestic historic distribution areas and introduction area of *Saiga tatarica* were studies and the climatic diagrams in these plots were analysed as part of the research project entitled as "A Study on Domestation of Introduced *Saiga tatarica*". The result shows that the ecological environment of its introduction area (Wuwei, Gansu province) were similar to those in its current distribution areas. The climate type of the introduction area is between the steppe belt and semidesert steppe in Kazakhstan and more closed to the semidesert steppe.

Like other species, *Saiga tatarica* has its own ecological niche, which changes along with

• 本文是“七五”国家重点科学技术项目(攻关)《引进赛加羚羊驯化研究》的研究成果之一。

收稿日期: 1994-06-18, 修改稿收到日期: 1996-06-05。

the change of ecological conditions. To bring the ecological effectency into full play, *Saiga tatarica* must be adapted to the environment. There are three ways theoratically. Among them, introduction to the ecologically similar area is practical. Wuwei, Gansu province is one of this kind of areas. It is necessary to analyze the situation of food resource and the function of each ecological factors.

**Key words:** *Saiga tatarica*, ecological adaptation.

赛加羚羊,即高鼻羚羊,属哺乳纲、偶蹄目、洞角科、高鼻羚羊属,是一种珍稀药用野生动物,已列为国家一类保护动物<sup>[1]</sup>。

和其它野生动物一样,赛加羚羊生存在包括生态因子在内的自然因子、市场变化在内的社会经济因子和人类生产活动在内的生物因子环境中。环境因子影响其生存、数量、分布、行为、形态、生理和生态特征<sup>[2,3]</sup>。赛加羚羊也反作用于环境,改变环境的植被、水热状况及其它环境条件。它与环境形成了一个错综复杂的体系,在这个体系里存在着模糊性<sup>[4]</sup>。

既考虑到赛加羚羊生活于多种因子环境中,也考虑到各因子间的协同、拮抗与加和作用,所以采用模糊相似优先比的方法<sup>[5]</sup>分析赛加羚羊现代分布区、国内历史分布区及引种区之间环境条件的相似性,了解生态因子在地域分布上是否形成某种连续的、渐变的递度,揭示递度分布规律,探讨赛加羚羊在甘肃武威地区的生态适应可能性,为本地区及同类地区引种和重建野生种群的科研和生产实践提供理论依据。

## 1 资料来源

### 1.1 赛加羚羊分布区资料

据文献资料<sup>[6,7]</sup>报道,赛加羚羊很久以前曾广布于欧亚大陆北部,包括原苏联、波兰、罗马尼亚、芬兰、蒙古及中国西北部地区,甚至在阿拉斯加也有赛加羚羊化石。但自本世纪 50 年代以来,赛加羚羊的分布区逐渐缩至哈萨克斯坦及其周围地区<sup>[8]</sup>,这一地区为赛加羚羊的现代分布区。

国内在野外已近 30 a 没有发现过赛加羚羊的踪迹。来自赛加羚羊故乡的目击者的报告也未能提供确切证据。为了寻找国内原野中可能残存的赛加羚羊,并研究其濒危甚至绝灭的自然与人为影响,探讨引种与重建野生种群的可能性,自 70 年代以来,国内有关科研机构、大专院校和有关管理部门曾组织过多次野外考察,获得了大量资料,表明赛加羚羊已在国内绝迹。资料还表明在 50~60 年代,赛加羚羊曾分布于新疆准噶尔盆地和北塔山等地,向东延伸至甘肃马鬃山及内蒙古西部中蒙边境附近<sup>[9]</sup>。这些地区就是国内历史分布区。

甘肃濒危野生动物繁育中心自 1988 年以来,先后从德国和美国引种 12 头赛加羚羊。故以该“中心”所在地——武威地区为引种区。

### 1.2 气象地理要素指标

对以上两种分布区和引种区 43 个样点选择年平均温度等 11 个气象地理要素作指标,计算相对欧氏距离和模糊相似优先比,分析各样点的生态环境相似性状况。这些原始资料数据均查自文献资料<sup>[10~16]</sup>,其中大部分为 1970~1990 年之间的多年平均值。

## 2 方法与步骤

### 2.1 数学基础

设有  $X_1, X_2, \dots, X_n$  个样品组成论域

$X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$  每个样品有  $S$  个因子, 即

$$X_{is} = (X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{im})$$

$$i = 1, 2, \dots, n \quad n = 43 \quad s = 1, 2, \dots, m \quad m = 11$$

将上述 43 个样点依次用  $X_1, X_2, \dots, X_{43}$  表示, 将样点的 11 个气象地理要素分别用  $S_1, S_2, \dots, S_{11}$  表示, 得原始资料数据矩阵(略)。

### 2.2 原始资料标准化

将原始资料极差标准化, 计算公式为

$$X' = \frac{X_{is} - X_{s\min}}{X_{s\max} - X_{s\min}} \quad (1)$$

$$i = 1, 2, \dots, 43 \quad S = 1, 2, \dots, 11$$

$X_{s\min}$  = 第  $s$  个因子在各样点的极小值,

$X_{s\max}$  = 第  $s$  个因子在各样点的极大值,  $X'_{is} \in [0, 1]$

得极差标准化后的矩阵(结果表略)

**2.3 计算欧氏距离** 对于任意给定的  $X_i, X_j$  两个样品, 要比较与固定样品  $X_k$  相似程度时, 则两样品之间的差异可以欧氏距离表示, 即

$$d_{ik} = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{s=1}^m (X'_{is} - X'_{ks})^2} \quad (2)$$

$$i, j = 1, 2, \dots, 42 \quad k = 43$$

计算各样点( $x_i$ )与引种区( $X_k, k=43$ )之间的相对欧氏距离, 结果如表 1。

### 2.4 计算模糊相似优先比

模糊相似优先比关系定义如下:

$$\begin{cases} r_{ij} = \frac{D_{ik}}{D_{ik} + D_{jk}} \\ r = 1 - r_{ij} \end{cases}$$

$$i, j = 1, 2, \dots, 42,$$

$$k = 43 (\text{为被选样品})$$

得模糊相似优先比矩阵  $R$ (略)

## 3 结果分析

### 3.1 各样点间的相似性状况

表 1 反映的是各样点与武威在气象地理要素方面的相对欧氏距离。距离越大, 差异也越大。武威和罗斯托夫、库斯塔乃、奥尔斯科、巴甫洛达尔、鄂木斯克及乌拉尔斯克等样点

表 1 赛加羚羊引种区与分布区各样点间的欧氏距离

Table 1 O' distance of sample plots between introduction and distribution areas of *Saiga tatarica*

|                  |         |                  |         |                  |         |                  |         |
|------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|
| D <sub>1K</sub>  | 0.519 0 | D <sub>12K</sub> | 0.457 7 | D <sub>23K</sub> | 0.414 8 | K <sub>34K</sub> | 0.251 7 |
| D <sub>2K</sub>  | 0.437 2 | D <sub>13K</sub> | 0.484 5 | D <sub>24K</sub> | 0.344 5 | D <sub>35K</sub> | 0.402 6 |
| D <sub>3K</sub>  | 0.454 7 | D <sub>14K</sub> | 0.371 5 | D <sub>25K</sub> | 0.375 8 | D <sub>36K</sub> | 0.384 2 |
| D <sub>4K</sub>  | 0.419 3 | D <sub>15K</sub> | 0.392 8 | D <sub>26K</sub> | 0.438 0 | D <sub>37K</sub> | 0.424 3 |
| D <sub>5K</sub>  | 0.445 8 | D <sub>16K</sub> | 0.374 0 | D <sub>27K</sub> | 0.431 6 | D <sub>38K</sub> | 0.436 1 |
| D <sub>6K</sub>  | 0.472 2 | D <sub>17K</sub> | 0.355 4 | D <sub>28K</sub> | 0.391 3 | D <sub>39K</sub> | 0.474 0 |
| D <sub>7K</sub>  | 0.431 6 | D <sub>18K</sub> | 0.374 6 | D <sub>29K</sub> | 0.307 2 | D <sub>40K</sub> | 0.413 8 |
| D <sub>8K</sub>  | 0.391 3 | D <sub>19K</sub> | 0.356 5 | D <sub>30K</sub> | 0.379 1 | D <sub>41K</sub> | 0.459 1 |
| D <sub>9K</sub>  | 0.485 3 | D <sub>20K</sub> | 0.444 2 | D <sub>31K</sub> | 0.333 4 | D <sub>42K</sub> | 0.448 1 |
| D <sub>10K</sub> | 0.430 5 | D <sub>21K</sub> | 0.373 6 | D <sub>32K</sub> | 0.236 5 |                  |         |
| D <sub>11K</sub> | 0.515 0 | D <sub>22K</sub> | 0.353 1 | D <sub>33K</sub> | 0.226 9 |                  |         |

注: 武威(K)、罗斯托无(1)、斯塔夫罗波尔(2)、吉兹利亚尔(3)、厄利斯塔(4)、阿斯特拉罕(5)、乌拉尔斯克(6)、古里耶夫(7)、舍甫琴柯堡(8)、奥尔斯科(9)、阿克摩林斯克(10)、库斯塔乃(11)、阿克秋宾斯克(12)、巴甫洛达尔(13)、斜米帕拉丁斯克(14)、高桑(15)、阿亚古斯(16)、卡拉干达(17)、巴尔哈什(18)、别特帕克达拉(19)、伊犁(20)、阿拉木图(21)、江布尔(22)、土盖尔(23)、奇姆肯特(24)、塔什干(25)、契姆拜(26)、克孜尔-奥达尔(27)、努库斯(28)、布尔津(29)、青河(30)、克拉玛依(31)、北塔山(32)、奇台(33)、公婆泉(34)、巴尔萨-克尔美斯岛(35)、额济纳旗(36)、克拉斯诺沃茨克(37)、卡扎林斯克(38)、鄂木斯克(39)、土尔特库尔(40)、拜拉姆阿里(41)、阿什巴哈德(42)。

间生态环境差异最大,欧氏距离在 0.4722~0.5190 之间。武威和奇台、北塔山、公婆泉、布尔津、克拉玛依、奇姆肯特、江布尔、卡拉干达及别特帕克达拉等样点间差异最小,欧氏距离为 0.2269~0.3565。武威和其余样点差异较小,欧氏距离为 0.4591~0.3715。

### 3.2 样点相似序

从模糊相似优先比矩阵中的元素由小到大选取置信水平  $\lambda$  截集评出相似程度。首先从全行达到 1 时的那一行所属的固定样品与被选样品  $X_{43}$  最为相似,记为 1,表示在  $\lambda$  水平上该行所属的对象比其它优先,所以把  $\lambda$  看作是一个对象的优先比呈现时的显著水平,然后删除掉该样品所属的行和列,再降低  $\lambda$  值,依次求出其它相似对象,记序号为 2, 3, ..., 42, 根据相似序号大小,其相似序为:

$X_{33} > X_{32} > X_{34} > X_{29} > X_{31} > X_{24} > X_{22} > X_{17} > X_{19} > X_8 > X_{14} > X_{21} > X_{18} > X_{16} > X_{25} > X_{30} > X_{36} > X_4 > X_{28} > X_{10} > X_2 > X_{15} > X_5 > X_{23} > X_{35} > X_3 > X_7 > X_{37} > X_{40} > X_{27} > X_6 > X_{38} > X_{26} > X_9 > X_{12} > X_{20} > X_{13} > X_{41} > X_{39} > X_1 > X_{11} > X_{42}$

很显然,模糊相似优先比的相似序列所反映的武威与各样点间的相似性规律与相对欧氏距离基本一致,表明各样点生态环境相似性的客观存在性。

### 3.3 武威与各样点的相似类型

对模糊相似序列进行不同的  $\lambda$  水平截集,可以得到不同的相似集合。若以下列  $\lambda$  水平截集时,相似序列可分成 3 段,即 3 个相似类型。

**3.3.1 相似类型** 当  $\lambda \geq 0.5928$  时,模糊相似优先比相似序列自  $X_{19}$  以前各样点均属此类型。9 个样点中的前 5 个分布在我国境内,是国内历史分布区。其余 4 个分布于哈萨克斯坦境内的中、南部,是目前赛加羚羊集中分布地区。

**3.3.2 不相似类型** 当  $\lambda \leq 0.5306$  时,包括  $X_{19}$  及其以后的几个样点。其中,罗斯托夫远处阿速夫海海岸边,阿什巴哈德位于土库曼大沙漠南缘,这些地方赛加羚羊早已不复存在了。其余 4 个样点都沿哈萨克斯坦与俄罗斯边境线两侧分布,其中,鄂木斯克、库斯塔乃等地已有多年不见赛加羚羊活动,只在气候异常的年份和季节偶见。

**3.3.3 比较相似类型** 当  $0.58829 \geq \lambda \geq 0.5314$  时,相似序列中的  $X_8 \sim X_{20}$  共 28 个样点均属本类型。这些样点主要分布在哈萨克斯坦境内,是目前赛加羚羊主要分布区,其中沿里海-威海-土兰平原-别特帕克达拉-巴尔喀什湖一线分布的样点更是赛加羚羊最适宜的分布区。假若这 3 个相似类型区域都具备赛加羚羊生存条件的话(分别是历史分布和现代分布区),那么武威当属赛加羚羊的潜在分布区。

### 3.4 武威与赛加羚羊现代分布区几个自然环境的气候条件比较

在哈萨克斯坦,半荒漠草原、半荒漠和草原几个自然景观是赛加羚羊的主要栖息地。通过对这几个自然景观和武威地区的气候图解比较,可以进一步了解它们之间的主要差别(见图 1)。

**3.4.1 地理位置差别很大** 武威地处东亚西部,其余自然景观地处中亚或西亚,经度大约相差 22~60°,纬度相差 10°左右。这种地理位置的差异形成了植被及气候类型的差别。

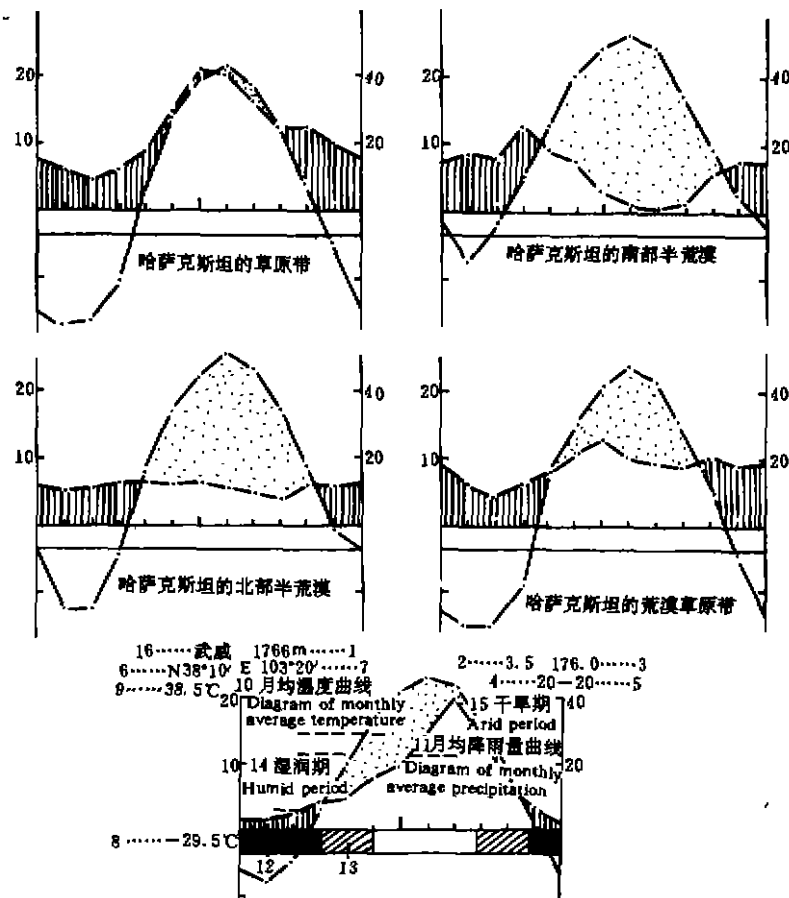


图1 武威与哈萨克斯坦的半荒漠、荒漠草原和草原带的气候要素图解比较

Fig.1 Illustration of climatic factors of semidesert desert steppe and steppe belt

in Wuwei and the Kazakhs areas

1. 海拔高度; 2. 年均温(°C); 3. 年平均降水量; 4. 温度的观测年数; 5. 降水的观测年数; 6. 北纬; 7. 东经; 8. 绝对最低温度; 9. 绝对最高温度; 10. 月平均温度曲线; 11. 月平均降水量曲线(在右边刻度 10°C=20 mm); 12. 最低日均温低于1°C的月份; 13. 绝对最低温度低于0°C的月份(斜线条); 14. 湿润期(直线条区域); 15. 干旱期(图点区域); 16. 站名。

1. Elevation, 2. Annual average temperature, 3. Annual average rainfall, 4. Years of temperature observation, 5. Years of precipitation observation, 6. North latitude, 7. East longitude, 8. Absolute minimum temperature, 9. Absolute maximum temperature, 10. Diagram of monthly average temperature, 11. Diagram of monthly average precipitation (right, 10°C=20 mm.), 12. The month that the minimum average temperature is lower than 1°C (black), 13. The month that the absolute minimum temperature is lower than 0°C (shown by oblique lines), 14. Humid period (shown by vertical lines), 15. Arid period (shown by dots), 16. The name of stations.

3.4.2 热量 武威地区的热量条件更象南部的半荒漠。最冷月在1月中、下旬, 最热在7月底至8月中旬, 日均温 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的时间在2月中旬至11月中旬, 冷季长达3个月左右。但

是,武威地区年温差比较小,而且最热月平均温度偏低。草原带、北部半荒漠及荒漠草原年温差普遍较大,不仅是最热月更热,而且最冷月更冷,持续时间也较长(约5~6个月)。最热一般在6、7月份。

**3.4.3 降雨量** 草原带不但雨量充足,而且降雨量的季节分配相对平衡,因此,只在7~9月份有轻度旱象。南部半荒漠降雨量较充足,呈明显的冬雪、春雨型,4~10月旱象突出。北部半荒漠及荒漠草原降雨量四季分配均匀,因此,分别在4~10月和3月中旬至10月中旬为旱季。这4个景观共同特点是冷季降雨量较多,且主要为降雪,加之低温,因而空气湿度大。武威年降雨量较低,而且季节配置极不平衡,即使在冷季,空气湿度也比上面各种景观小得多,3~10月中旬基本为旱季,只是在气温开始回落的下半年旱象较轻罢了,因为它属秋雨型。

热量会影响植物的返青时间、生长期及生长、发育过程,也会影响动物的生命活动,特别是极端温度会对动、植物产生一系列危害作用。例如,赛加羚羊妊娠于冷季,产羔于春夏之交,显然低温会影响保胎和幼羔成活率。另外冷季多雪造成了觅食困难。酷暑也往往造成植物“休眠”。

特定的地理位置使武威地区产生了一些对赛加羚羊不利因素,但水、热各项指标居中,至少对冬季觅食、安全越冬、保胎、提高繁殖成活率、减少大规模迁移,以及因此而造成的损失和危害是有利的。

综合以上分析结果,武威地区与赛加羚羊现代分布区的奇姆骨特、卡拉干达、别特帕克达拉等地环境条件相似性较大,与奥尔斯克、乌拉尔斯克等地相似性较小。如果说在相似性较小的地区目前还有赛加羚羊分布的话,那么在相似性较大的地区引种成功的可能性很大。

赛加羚羊的现代分布区气候条件严酷,季节变化明显,植物生长季节短。在长期进化过程中,使赛加羚羊对这种环境条件产生了一系列适应能力<sup>[17,18]</sup>;有季节性和地区调整性两种迁移形式,二者都是以调整食物、水源、躲避严酷气候条件及选择繁殖场所为目的的;一般在夜间休息,白天休息与各种活动交替进行,休息时反刍时间占60%~80%;夏季整天在牧场活动,寻觅食物,贮存脂肪,以备冬季之用,并每隔4~5h休息短暂时刻;食物主要取决于栖息地的植物品种,但并不排除对植物的选择性,食物谱包括 *Agropyron*、*Poa*、*Stipa*、*Halostachys*、*Artemisia*、*Astragalus*、*Athagi*、*Haloxylon*、*Glycyrrhiza* 等属植物,食性改变取决于食物的易得程度;体重30~40kg的羚羊,夏季食量为1.5~1.7kg干物质/d,冬季减少到0.7kg干物质/d;在正常情况下每天上午7:00~9:00,下午3:00~4:00饮水,海水和淡水都喝;体内所需无机盐完全可以从摄取的饲草中得以满足,但当饲草含盐量不足时常舔食含盐的土块和石块;新生幼体恒温机制形成约需2~3周,成体在热环境中可暂时贮存多余体热,使体温达41℃,夜晚通过散热恢复正常(37℃);毛被具有良好的热缘作用;奔跑时产热大于蒸发失热,常通过气喘、跳跃、出汗、加速呼吸调节体热;如果天气太热时,常在沙土或水源边上选择通风良好处乘凉,先以蹄扒不大的卧穴,然后侧卧休息,在一个窝中卧息40~50min后爬起再觅新的卧息地,既使体热传导到沙土中,减少热负荷,也可减少肺皮失水;性成熟早,繁殖快,常5~20只组成一个繁殖种群,12月份交配,妊娠期5~5.5个月,翌年4~5月产仔,每产1~3仔,当年8个月龄的雌兽可参加繁殖,雄兽到次年性成熟;自然死亡是种群数量的最大变数,寄生虫病和流行性传

染病是自然死亡的重要原因,有时可引起种群迅速崩溃;在没有障碍的荒漠、草原上迅速奔跑,以逃脱追赶它的捕食者。

作为自然界的物种,赛加羚羊有其特定的生态位,但随着引种和迁移,往往引起环境条件变化。要保证生态效能的充分发挥,赛加羚羊与环境必须统一。一般来说有三种方式可使两者统一起来:一是赛加羚羊适应环境;二是改变环境(荒漠、半荒漠和草原气候及与之相适宜的植被、广袤开阔的自然景观等)来满足赛加羚羊对环境的需求;三是在生态条件基本相似的区域内引种,即找出其潜在的生态区域。赛加羚羊通过遗传和生理变化来适应环境,其适应程度是有限的,而改变环境来满足赛加羚羊的需求几乎是不可能的,采取在生态条件基本相似的区域内引种才是可行的。武威地区则是这种区域。

从 60 年代开始,在总面积为 18 万  $\text{hm}^2$  的武威东沙窝采取开辟水源、封沙育林(种灌木)、育草等措施后,使植被盖度达到 25%~80%。1988 年在该区域建立了《甘肃濒危野生动物繁育中心》,引进的 12 头赛加羚羊,经过短期圈养后投入面积为 30  $\text{hm}^2$  的半野外化放养场,实行定期补饲、供盐、供水等措施,现在该种群数量已达 32 头。经初步观察、测定,引进的赛加羚羊及其繁殖的后代均无明显不适反应。这表明在该地区如果配合适当的改变环境条件,尽可能满足赛加羚羊的需求,那么引种赛加羚羊有把握获得成功。

#### 4 结果

4.1 当  $\lambda \geq 0.5928$  时,武威地区与奇台等 9 个样点生态环境最相似。其中 5 个点分布于我国境内,4 个在哈萨克斯坦赛加羚羊现代分布区。

4.2 当  $\lambda \leq 0.5306$  时,武威地区与罗斯托夫、库斯塔乃等 7 个样点最不相似,除罗斯托夫、库斯塔乃和鄂木斯克外,其余样点目前偶有羚羊活动。

4.3 当  $0.5829 \geq \lambda \geq 0.5314$  时,现代分布区有 26 个样点与武威地区比较相似(程度不同),这是目前赛加羚羊的主要分布区。

4.4 武威地处较适宜赛加羚羊分布的边缘地区,但其环境条件更有利于冬季觅食、安全越冬、保胎、提高繁殖成活率,可减少赛加羚羊大规模迁移及因此带来的损失和危害。因而武威地区应该是赛加羚羊的潜在生态区域。

4.5 在生态条件基本相似的武威地区引种赛加羚羊,配合适当的环境改造,尽可能地满足赛加羚羊的需要,从而使引种初步获得成功。

#### 参 考 文 献

- 1 赵殿生. 高鼻羚羊及羚羊角. 野生动物, 1992, 5: 9~14
- 2 Е. Зуев, Г. Хакин, Сайгаки: Проблемы остаются. Охота и охотное хозяйство, 1982 3: 12~14
- 3 Е. Зуев, Г. Антропогенное воздействие на сайгаков Калмыкии. Копытные фауна СССР. экол., Морфол., Печать и охрана. Тез. Докл. 2-го Всес. Совещ по копытным СССР. Москва, 1979, 1980, 214~242
- 4 Л. В. Жирнов Моделирование Динамики Популяций сайгаков. Изв. Тимирязев. С.-Х. акад. 1985, 5: 157~166
- 5 袁嘉祖. 两个生态环境相似性计算方法的探讨. 生态学杂志, 1987, 6(6): 55~56
- 6 А. П. Близнак, экология и рациональное использование сайгака в северо-западном Прикаспии. Повысить продуктивность зверовод и Охотпромысл. Фрунзе, М., 1982, 63~69

- 7 О. З. Цаглов, *Восрождение Сайга*. Алма-Ата, Кайнар, 1982, 108 с
- 8 В. А. Фадеев, Распространение сайгаков в Казахстане. *7-й Всес. зоогосп. Конф., Москва, 1980, Тез. Докл., М., 1979, 327~329*
- 9 张孚允. 甘肃的动物资源. 野生动物. 1986, 4, 29~31
- 10 米尔科夫, Н. А. 格沃兹杰茨基, 秦士勉译. 苏联自然地理. 北京, 商务印书馆, 1966. 222~239
- 11 刘德生等. 世界自然地理. 北京, 高等教育出版社, 1986. 48~191
- 12 吉林师范大学、上海师范大学、北京师范大学、河北师范大学. 世界自然地理. 北京, 人民教育出版社, 1980. 214~313
- 13 越松乔. 中国干旱地区自然地理. 北京, 科学出版社, 1985. 89~142
- 14 В. А. Фадеев, Влияние Джунтов на численность сайгаков в Казахстане. *Копытные Фауны СССР, Жал., Морфол., история и охрана. Тез. докл. 2-го Всес. Совещ по копытным СССР, Москва, 1979М., 1980, 212~213*
- 15 Д. Н. Ильников, Восстановление численности лоса кабары и сайгака в СССР. *Копытные Животные СССР, Жал., Морфол., История и охрана. Тез. Докл. 2-го Всес. Совещ по копытным СССР, Москва, 1979М., 1980, 73~75*
- 16 М. Н. Рахимбердиев, ИДР. Математическая модель краткосрочного прогнозирования численности Сайгаков. *Изв. АН Каз. ССР, Сер. Биол., 1982, 2, 41~43*
- 17 А. А. Григорьев, Казахстан общая Физико-географическая характеристика. издательство академии Наук СССР Москва-Ленинград. 1950, 45~51
- 18 Linnad W. The Saiga. *Oryx*, 1963, 1, 30~33