

灭鼠后高原鼠兔和中华 鼢鼠的数量恢复*

梁 杰 荣

(中国科学院西北高原生物研究所)

多年来,人们应用化学和机械方法能迅速地减少鼠类的数量,取得了较好的效果。但是,某些地区灭鼠后,残存鼠类的种群数量又迅速恢复。为了减少鼠类在草地生态系统中的能量消耗,提高草地生产力,因此,研究灭鼠后鼠类种群数量的恢复规律和原因及其控制途径,不仅对生产实践,而且在理论上亦具有重要的意义。为此,笔者于1976—1980年在青海省海北生态系统研究定位站地区,对灭鼠后高原鼠兔(*Ochotona curzoniae* Hodgson)和中华鼢鼠(*Myospalax fontanierii* Milne-Edwards)种群的数量恢复进行了初步研究,现将结果报道如下。

一、材料与方法

1976年6月22—7月5日,采用0.2%氟乙酰胺溶液,在大约300公顷的草地上进行机械喷雾灭鼠。灭鼠前,在灭鼠区内选定长期固定样地5块,采用堵洞盗洞法和开洞封洞法(王祖望等,1975),统计样地内鼠兔的有效洞数和鼢鼠的封洞数,以便考核灭鼠效果和研究灭鼠后的年间数量变化。另外,还要求出鼠兔的有效洞(盗洞)系数和鼢鼠的封洞系数。其方法是:在灭鼠区内(距离固定样地200米以上),选择样地4—5块,每块0.25公顷,先用堵洞盗洞法统计鼠兔的盗洞数,然后在每一盗开洞口置铗连续捕打3天,求出实有鼠数,再除以盗洞数,即为每块样地内的有效洞系数;对鼢鼠采用开洞封洞法,统计其封洞数,在每一封洞处置铗捕打3天,求出实有鼠数,再除以封洞数,即为封洞系数。在固定样地内,用上述方法分别统计出鼠兔和鼢鼠的盗洞数和封洞数,以每月的盗洞系数和封洞系数分别乘之,即为每月固定样地内的实有鼠数。由于鼠类的盗洞(封洞)系数随着季节变化而有差异,因此,要求在不同年份的同一月份,除统计其盗洞(封洞)数外,还要统计其盗洞(封洞)系数。在此期间,捕获鼠兔标本1520只,鼢鼠580只,对灭鼠前后的繁殖强度做了研究。

* 本文承夏武平、孙儒泳教授热忱指导并审阅文稿,在此一并表示谢意。

二、灭鼠效果与鼠类数量恢复

(一) 灭鼠效果 氟乙酰胺对高原鼠兔和中华鼢鼠的灭杀效果列表 1。

表 1 氟乙酰胺灭鼠效果
Table 1 Efficiency of fluoracetamide poisoning

种 类 Species	样地数 No. of plots	灭鼠前每公顷数量 Density before poisoning (animals/hactare)		灭鼠后每公顷数量 Density after poisoning (animals/hactare)		效果(%) Effi- ciency
		平均值±标准误 Mean±SE	范 围 Range	平均值±标准误 Mean±SE	范 围 Range	
		鼠 兔 Pika	5	58.66±10.47	33.87—78.96	
鼢 鼠 Zokor	5	26.14± 5.48	13.76—73.48	9.63±2.11	3.44—15.75	63.16

由表 1 看出, 氟乙酰胺对牧草喷雾灭杀鼠兔效果高达 96.62%, 而鼢鼠为 63.16%, 前者显著地高于后者。这种灭效的差异, 可能是由于在牧草稀疏之处, 药物内吸进入根部的部分受到限制, 以至影响对鼢鼠的灭效。

(二) 鼠兔和鼢鼠的数量恢复 灭鼠后鼠兔和鼢鼠的数量恢复(表 2)有不同, 1976 年 7 月, 灭鼠后鼠兔种群数量由 58.66±10.47 只/公顷, 降为 1.88±1.23 只/公顷; 鼢鼠由 26.14±5.48/公顷, 降为 9.63±2.11 只/公顷。到 1978 年 7 月, 鼠兔数量猛增, 高达 165.00±33.32 只/公顷, 显著地高于 1976 年灭鼠前的数量 ($t=3.069, p>0.01$),

表 2 鼠兔和鼢鼠的数量恢复
Table 2 The restoration of population in the pika and zokor

年 月 Year and month	样地数 No. of plots	每公顷鼠兔数量 No. of pika per hectare		每公顷鼢鼠数量 No. of zokor per hectare	
		平均值±标准误 Mean±SE	范 围 Range	平均值±标准误 Mean±SE	范 围 Range
		1976. VII	5	1.88± 1.23	0.00 - 9.43
1977. VII	5	50.46±24.52	9.36 - 116.86	14.12±2.85	3.93 - 23.56
1978. VII	5	165.00±33.32	46.20 - 254.80	17.28±1.93	12.96 - 21.60
1979. VII	5	139.26± 9.31	160.52 - 163.60	21.56±3.66	7.20 - 32.32
1980. VII	5	149.16±17.87	105.60 - 224.40	—	—

说明灭鼠后的第二年，数量恢复超过了原有水平。以后，鼠兔则保持较稳定的数量。而麝鼠到1979年7月，其数量才恢复为 21.56 ± 3.66 只/公顷，即灭鼠后的第3年基本上才恢复到原有水平，恢复速度不如鼠兔迅速。在美国巴尔的摩市，从1948—1950年曾经用抗凝剂灭杀大家鼠，几年后其数量反而增高，超过了原有水平。(Davis, 1972)，这与上述情况相似。

灭鼠后鼠兔种群的数量恢复或增长，受食物和空间条件的限制，其数量上升到一定限度后，种群的增长率就逐渐下降，最后达到增殖和死亡率相等，可以用Logistic曲线公式表示：

$$N = \frac{K}{1 + e^{-a-bt}} \quad (a, b > 0)$$

N 为种群数量； K 为环境容纳量； t 为时间； a 、 b 均为常数。

调查结果表明，1978年鼠兔数量高达 165.00 ± 33.32 只/公顷，1979年以后，数量没有增长，处于相对稳定阶段。根据曲线配合和 K 值的计算方法(梅钦, D., 1979; 邬祥光, 1963)，确定 K 值为170。然后按灭鼠后每年7月的资料，进行处理结果：

$$N = \frac{170}{1 + e^{4.262 - 1.529t}}$$

现将鼠兔种群数量恢复曲线轨迹作图 1。

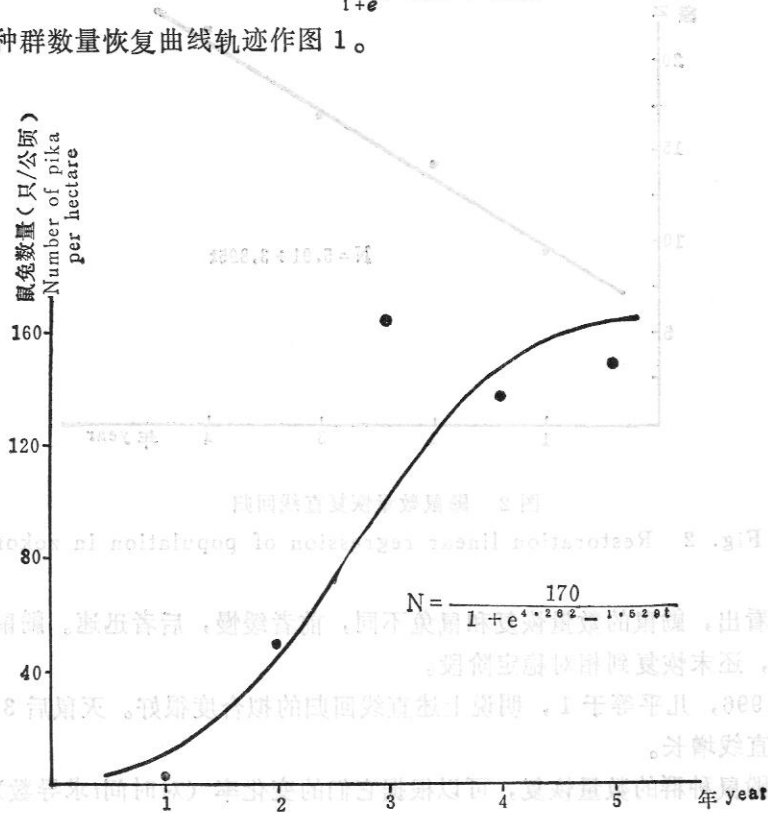


图 1 鼠兔种群数量恢复曲线

Fig. 1 Restoration curve of population in pika

曲线配合是否适当，可用拟合度相关指数 R^2 来表示。 R^2 愈接近1，拟合得越好（上海第一医学院卫生统计学教研组，1979）。计算结果， $R^2 = 0.759$ ，大致接近于1，说明这曲线拟合度比较好，鼠兔数量恢复基本上呈S型曲线，符合动物数量增长的一般规律（Dempster, 1975）。

灭鼠后，鼯鼠种群的数量恢复或增长，同鼠兔的情况一样，也受食物和空间条件的限制，其数量增长逐渐趋向于相对稳定阶段，但是，由于当地群众在样地内捕鼠，因而，使这时期缺乏其数量恢复数据。现将灭鼠后3年，鼯鼠每年7月的数量资料，进行数据处理结果为：

$$N = 5.91 + 3.895t$$

现将鼯鼠种群数量恢复直线回归作图2。

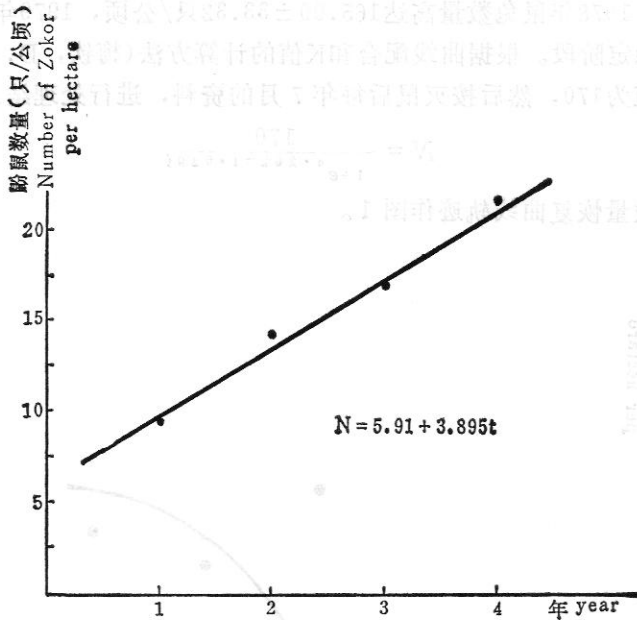


图2 鼯鼠数量恢复直线回归

Fig. 2 Restoration linear regression of population in zokor

由图2看出，鼯鼠的数量恢复和鼠兔不同，前者缓慢，后者迅速。鼯鼠数量的恢复呈直线增长，还未恢复到相对稳定阶段。

$R^2 = 0.996$ ，几乎等于1，明说上述直线回归的拟合度很好。灭鼠后3年，鼯鼠种群的恢复呈直线增长。

鼠兔和鼯鼠种群的数量恢复，可以根据它们的变化率（对时间 t 求导数）来说明。鼠兔数量（ N_1 ）的变化率为 $\frac{dN_1}{dt} = 1.529N(1 - \frac{N}{170})$ ，鼯鼠数量（ N_2 ）的变化率 $\frac{dN_2}{dt} = 3.895$ 为常数。依照 $\frac{dN_1}{dt} > \frac{dN_2}{dt}$ ，计算结果， $N_1 = 167.414$ ， $N_2 = 2.586$ 。

因此, 当 $2.586 < N_1 < 167.414$ 时, 鼠兔的数量恢复比麝鼠快。顺便指出, 当 $N_1 < 2.586$ 或 $N_1 > 167.414$ 时, 鼠兔数量增长速度反而比麝鼠慢。由此看出, 上述鼠兔的数量恢复呈S型曲线和麝鼠的数量恢复呈直线回归增长, 比较准确地描述了两者的数量恢复动态。

三、两种鼠类数量恢复原因的探讨

鼠兔和麝鼠在灭杀以后的数量恢复是一个复杂过程, 决定于许多因素。现将其恢复的一些原因分析如下:

1. 高原鼠兔 灭鼠后高原鼠兔的数量恢复, 首先, 与繁殖强度密切相关。鼠兔的繁殖期长达3—4月, 1977年6月其怀孕率为82.35%, 1978年4月为67.31% (表3)。

表3 高原鼠兔的繁殖强度
Table 3 Reproductive intensity of plateau pika

年 月 Year and month	雌成体数 No. of female adults	怀 孕 数 No. of pregnancy	怀 孕 率 Pregnancy rate(%)	平 均 胎 仔 数 The mean of embryos
1977. V	15	7	46.67	4.28 ± 0.47
VI	17	14	82.35	5.08 ± 0.43
VII	88	56	63.64	4.57 ± 0.26
VIII	69	15	21.74	4.20 ± 0.42
IX	79	0	0	—
1978. IV	52	35	67.31	3.56 ± 0.35
V	67	43	64.18	4.52 ± 0.76
VI	52	21	40.38	4.72 ± 0.24
VII	67	1	1.50	—
VIII	33	0	0	—
IX	46	0	0	—

平均胎仔数为 4.40 ± 0.43 只。笔者曾用施银柱等(1978)的方法, 对鼠兔的年龄组成做了初步研究, 发现有部分当年鼠参加繁殖。1978—1979年, 我们用挖洞法和踩铗捕打法做了104个洞群的调查, 观察到鼠兔雌成鼠和第1、2窝幼仔同居, 还怀有胎仔, 这说明部分鼠兔一年繁殖3窝的现象。由此可见, 鼠兔的繁殖力是比较强的, 这是其种群数量恢复迅速的原因之一。

其次，鼠兔的迁移现象，对其种群数量恢复也有一定影响。鼠兔在地面上活动，迁移现象是常见的。灭鼠区和非灭鼠区只有一条公路相隔，灭鼠后，由于鼠兔数量猛减，为毗邻的非灭鼠区鼠兔的迁入创造了食物和栖息条件。Дмитриев和Лобачев(1973)在研究灭鼠后大沙土鼠 (*Rhombomys opimus*) 的数量恢复中指出，在这里，比较迅速的数量恢复，只能用沙鼠的迁入来解释。灭鼠后，鼠兔数量迅速恢复的原因之一，也可能是毗邻地区鼠兔迁入的结果。

除此以外，天敌数量的变化和鼠类数量恢复也有一定关系。氟乙酰胺具有明显的二次中毒现象（化学防治研究组，1973），它不仅能毒杀鼠类，而且也能毒死其天敌（猛禽、兽类）。1976年春季，在灭鼠区内外，我们曾采集到因中毒至死的沙狐 (*Vulpes corsac*) 32只。很明显，天敌减少必然有利于其种群数量的恢复 (Wodzicki, 1973)。

2. 中华鼯鼠 鼯鼠数量恢复速度比鼠兔慢，这与它的生活习性以及栖息环境条件有关；繁殖期主要在5月，怀孕率达57.14%，平均胎仔数为2.75只，每年繁殖1窝。鼯鼠的繁殖力（表4）明显地低于鼠兔，这是鼯鼠种群数量恢复比鼠兔缓慢的原因之一。

表4 鼯鼠的繁殖强度
Table 4 Reproductive intensity of zokor

年 月 Year and month	捕 获 鼠 No. of capture	雌成体鼠数 No. of female adult	怀 孕 数 No. of pregnancy	怀 孕 率 Pregnancy rate(%)	平均胚胎数 The mean number of embryos
1978. IV	102	48	3	6.25	—
1977. V	28	14	8	57.14	2.75
VI	96	50	2	4.00	—
VII	30	10	0	—	—
VIII	18	7	0	—	—
IX	55	16	0	—	—

鼯鼠营地下生活，它的活动有一定的局限性，毗邻地区鼯鼠的迁入也有一定的限制；同时，天敌对其数量恢复影响不大，因此，鼯鼠种群数量的恢复，主要靠其本身的繁殖能力。

由此可见，在同一生态环境中，在同一时间和采用相同浓度的药物，灭杀鼠兔和鼯鼠的效果不同，灭鼠后其种群数量的恢复也有不同，前者迅速，后者缓慢。

四、小结与讨论

1. 1976年5月，灭鼠前鼠兔和鼯鼠的数量分别为 58.66 ± 10.47 只/公顷和 26.14 ± 5.48

只/公顷；1976年7月，灭鼠后其数量分别为 1.88 ± 1.23 只/公顷和 9.63 ± 2.11 只/公顷（表1）。

2. 1978年7月，灭鼠后2年鼠兔数量高达 165.0 ± 33.32 只/公顷，大大地超过原有水平；而鼯鼠数量为 17.28 ± 1.93 只/公顷，还未达到原有水平。1979年7月，灭鼠后3年鼯鼠数量为 21.56 ± 3.66 只/公顷，基本上接近原有水平。

3. 鼠兔数量恢复呈S型曲线增长，其表达式为：

$$N = \frac{170}{1 + e^{4.262 - 1.529t}}$$

4. 鼯鼠数量恢复呈直线回归增长，其表达式为：

$$N = 5.91 + 3.895t$$

这是灭鼠后3年鼯鼠种群数量恢复的情况，还没有发展到相对稳定阶段。

5. 综上所述，灭鼠后2年鼠兔种群数量不仅恢复了，而且超过原有水平；灭鼠后3年鼯鼠种群数量基本上恢复原有水平（表2）。这里我们得出一个结论，灭鼠不是一种唯一的好方法，如果不长期坚持下去，其数量会迅速恢复。当然，这不是绝对的，有些地区灭鼠后，多年没有恢复至原有水平，例如，天峻县快尔玛地区。因此，灭鼠不仅要效果好，而且也要和其它生态措施结合起来，才能使其种群数量长期保持在比较低的水平。

6. 灭鼠（化学和机械方法）要和生态防治相结合。通过灭杂、灌溉、施肥和补播等措施，可以改变生态环境条件。例如，牧草长高了，改变了高原鼠兔的栖息环境，其数量减少；禾本科植物增多了，杂类草减少，鼯鼠食物下降，其数量也相应地减少（梁杰荣等，1978）。

参 考 文 献

上海第一医学院卫生统计学教研组 1979 医学统计方法。93—99。上海科学技术出版社。

王祖望、梁杰荣、李俊荣 1975 鼯鼠数量与地面痕迹的关系。灭鼠和鼠类生物学研究报告，2：83—93。科学出版社。

化学防治研究组 1973 氟乙酰胺灭鼠研究。灭鼠和鼠类生物学研究报告，1：32—45。

施银柱、樊乃昌、王学高、何新桥 1978 高原鼠兔种群年龄及繁殖的研究。灭鼠和鼠类生物学研究报告，3：107—117。科学出版社。

梁杰荣、肖云峰 1978 鼯鼠和鼠兔的相互关系及其对草场植被的影响。灭鼠和鼠类生物学研究报告，3：118—124。科学出版社。

邹祥光 1963 昆虫生态学的常用数学分析方法。368—374。农业出版社。

梅钦，D.（马斌荣译）1979 生物数学入门。93—96。人民卫生出版社。

Davis, D.E. 1972 Rodents control strategy. In: "Pest control strategies for the future". 157-171, Washington.

Dempster, J.P. 1975 Animal population ecology. 15-20. Academy press, London, New York.

Wodzicki, K. 1973 prospects for biological control of rodent populations. Bull. Wild. Hlth. Org. 48:461-467.

Дмитриев, П.П. и В.С. Лобчев 1973 Восстановление численности больших песча-

нок (*Rhombotus opimus*) После их истребления на севере приаральских Каракумов. Зоол. журн. 52 (7) : 1063-1069.

外文摘要 (Abstract)

ON THE RESTORATION OF POPULATION
DENSITY OF PLATEAU PIKA AND COMMON
CHINESE ZOKOR AFTER CONTROL

LIANG Jierong

(Northwest Plateau Institute of Biology, Academia Sinica)

This work Was carried out at the Research Station of Alpine Meadow Ecosystem at Menyuan, Qinghai. The whole materials were collected during 1976—1980. The results are as follows:

1. In order to decrease the rodent pest, 0.2% solution of fluoroacetamide ($\text{FCH}_2\text{CONH}_2$) was sprayed upon the grass from June to July in 1976, to make the plants being poisonous to the rodents.

2. As a result of adapting this measure, mortality had attained to 96.62% for the plateau pika and 63.16% for the common Chinese zokor (Table 1).

3. During the second year after control, the density of the pika had averaged 165.00 ± 33.32 per hectare, but only 17.28 ± 1.93 per hectare in the zokor (Table 2).

4. In July 1978, the density of the pika restored to the same level before control.

5. In July 1979, the third year after control, the density of the zokor had averaged $21.56 \pm 3.66/h.$, near the original level.

6. The restoration speed in the two species is different. The number of plateau pika increases more rapidly.