

鼠类危害农作物临界数量近似值的估计*

罗泽珣 孙崇谔

(中国科学院动物研究所)

鼠类对于农作物的危害, 害情严重程度往往与田间害鼠的密度成正比。田间害鼠密度较低时, 并不以为大患, 为节省人力和物力, 只需及时组织少数人力进行人工捕打, 即可获效, 而不必兴师动众, 采用大面积化学防除; 但是, 一旦害鼠数量锐增, 大量聚集田间, 不进行大面积毒杀不足以控制害情的发展时, 则需不失时机, 恰如其分地采取化学防除的手段, 防止或减轻经济损失。

但究竟在什么时候, 采取什么方式进行灭鼠, 才能够以最少的人力和物力取得最大的植保效益, 这是一项灭鼠方案设计中的优选法的研究课题。其中, 在设计灭鼠方案时, 既要考虑到害鼠的密度, 又须兼顾鼠害所造成的经济阈 (Economic threshold) 问题, 从而找出经济而有效的灭鼠最适期。

经济阈是有害动物对人类经济所造成损失的警戒线。超越此线, 危害成为既成事实, 即达经济损失线 (Economic injury level)。危害达经济阈时有害动物的数量, 即危害的临界数量。对于有害昆虫危害的经济阈研究, 曾见诸报道 (Kendeigh, 1974), 对于农田害鼠方面的研究尚无人问津。

本文以长爪沙鼠 (*Meriones unguiculatus* Milne-Edwards), 危害秋收为例, 通过长爪沙鼠的密度与危害程度求出回归式, 再通过危害的经济阈的探讨, 计算出危害的临界数量。此方法供参考。简介如下。

一、计算方法

(一) 害鼠数量与农作物受鼠害所造成减产值的回归式计算

随机任选样地若干块 (须有足够的样地面

积, 本次调查每块样地面积为 1 公顷), 调查样地内害鼠的密度及农作物的大致产量。首先计算二者有无相关。倘若二者相关系数显著, 说明鼠害是影响农作物产量的重要原因之一, 调查资料可用。如果相关不显著, 说明鼠害并非影响农作物产量的主要原因 (有可能是气候等其它条件是主导因素, 掩盖着鼠害所造成的影响), 资料便不能供研究用。

调查各样地内农作物因鼠害所造成的减产值 (设其为 y 值), 与害鼠密度 (设其为 x 值), 依公式:

$$y - \bar{y} = b(x - \bar{x})$$

计算出回归式。其中, \bar{x} 为 x 的平均值, \bar{y} 为 y 的平均值, y 为 y 的估计值, b 为回归系数。

(二) 鼠害经济阈的计算

通过灭鼠成本与鼠害所造成的农作物的减产值进行对比, 来寻求灭鼠成本最低而植保获益最高的时机, 以确定鼠害的经济阈。

灭鼠成本与鼠害所造成的农作物的减产值的对比不外乎有下述三种情况:

1. 灭鼠成本 > 鼠害减产值

这种情况往往发生在害鼠密度相当低, 尚未造成严重危害的时候。这时, 只需组织少量人力进行人工捕打, 即可控制害情的发生与发展, 而不必进行化学防除。

2. 灭鼠成本 < 鼠害减产值

从表面看, 此时灭鼠似乎“最经济有效”, 但其实不然。倘若透过现象看本质, 就会发现这种情况多发生在害鼠密度高, 害情相当严重, 对农业的危害已成为既成事实的时候。也就是说, 此时此刻害鼠的密度早已超过了危害的临界数

* 本项工作承蒙中国科学院应用数学研究所越民义副所长指导, 特此致谢。

量。即使采用大面积的化学防治，实际上早已错过了最有利的时机；同时，由于害鼠数量多，灭鼠往往须多次进行才易获效，所需人力和物力相应地增加。此时的植保效益并不高，成本并不低，与经济有效的原则背道而驰。

3. 灭鼠成本=鼠害减产值

化学防治的成本并不高，与此等值的鼠害减产值也不会太高。此时害情并不太严重，田间害鼠的数量也不会太高。也就是说，鼠害已达到经济阈，但尚未达到经济损失线，害鼠密度已接近危害的临界数量，却尚未达到危害的临界数量。倘若抓紧此时机灭鼠，则投资少而植保效益大。

上述关系被肯定后，将灭鼠成本依样地内所种植的农作物的粮价，折合成斤数，便相当于鼠害达到经济阈时的农作物的减产量。以此值作为 \hat{Y} 值，代入回归式，则可求出接近危害临界数量时害鼠的密度，此数值就是危害临界数量的近似值。

二、计算例题

下面举长爪沙鼠在秋收期间危害春小麦的临界数量的计算方法为例，进一步阐明上述的计算方法的原理：

(一) 1963年9月在内蒙古四子王旗乌兰花公社随机任选春小麦样地9块，每块面积1公顷。进行如下项目的调查：

1. 长爪沙鼠密度调查 用堵洞法统计1公顷样地内长爪沙鼠的数量。第一天先将样地内全部长爪沙鼠的洞口用土堵住，第2天检查盗开的洞口数。由于长爪沙鼠群居，每个洞群有若干只个体共栖，而此洞群又有若干个洞口，所以应先求出洞口数与长爪沙鼠个体数之间的关系，即以个体数被洞口数除，求得洞口系数(单位为只数/堵洞后盗开的洞口数)。以堵洞后盗开的洞口数乘洞口系数，则求出该块样地内长爪沙鼠的密度。

洞口系数的调查方法是在样地内任选几个典型的洞群，第一天将洞口全部用土堵住(应结合样地内堵洞时一并进行)，第二天记录每个洞

群盗开的洞口数。将每个盗开洞口放1鼠铗，捕打长爪沙鼠；捕获后，再堵洞；再盗开，再放鼠铗捕打；……如此持续，直到堵洞后不再盗开时为止。至此，将每个洞群长爪沙鼠的总只数，被第一次堵洞后盗开的洞口数除，所求得的商数，即洞口系数。调查结果见表1。

2. 春小麦产量估算 随机任选春小麦10捆称重，求其平均值。当地收割后春小麦堆成堆放置在田间，随机任选几堆，求出每堆平均的麦捆数。以样地内小麦的堆数，乘每堆的平均捆数，再乘以每捆春小麦重量的平均值，则求出每公顷春小麦的产量。

根据当地农技站的技术干部与最有经验的老农进行估产，结果十分接近(见表1)。

表1 内蒙古四子王旗乌兰花公社长爪沙鼠密度与春小麦产量及受鼠害的减产值
(1963年9月)

样地号数	长爪沙鼠每公顷密度			春小麦每公顷产量(斤)	春小麦每公顷受鼠害减产值(斤)
	盗洞数	洞口系数 (只数/盗洞数)	只数		
1	213	0.61	130	340	140
2	189	0.61	115	290	130
3	243	0.61	148	290	130
4	112	0.61	68	420	30
5	60	0.61	37	655	20
6	68	0.61	42	655	20
7	18	0.61	11	655	20
8	39	0.61	24	655	20
9	71	0.61	43	570	30
总计	1013		618	4530	540
平均	113		69	503	60

(二) 长爪沙鼠密度与春小麦产量之间的相关

将9块样地内长爪沙鼠密度与春小麦产量制出座标图，可以看出此9个座标点基本上呈直线分布。依直线相关的公式，计算出相关系数(r):

相关系数(r)

$$r = \frac{N\sum(x_1x_2) - (\sum x_1)(\sum x_2)}{\sqrt{[N\sum(x_1^2) - (\sum x_1)^2][N\sum(x_2^2) - (\sum x_2)^2]}}$$

其中, x_1 为每公顷长爪沙鼠的密度

\bar{x}_1 为 x_1 的平均值

x_2 为每公顷春小麦的产量

\bar{x}_2 为 x_2 的平均值

将表 1 结果代入上式, 则求出长爪沙鼠密度与春小麦产量之间的相关系数为 -0.95 。经显著性测验, 相关系数大于 1% 的界限, 说明二者相关非常显著。由于相关系数是负值, 表明长爪沙鼠密度增高时, 春小麦的产量随着减少。证明鼠害是春小麦减产的主要因素之一。

(三) 长爪沙鼠密度与春小麦受鼠害减产之间回归式的计算

由图 1 所示, 依公式 $y - \bar{y} = b(x - \bar{x})$ 可以计算出长爪沙鼠密度与春小麦受鼠害减产之间的回归式, 其中

x = 长爪沙鼠每公顷的只数 (\bar{x} 为其平均值)

y = 春小麦受鼠害的减产值 (\bar{y} 为其平均值)

b = 回归系数

将表 1 中的数值代入上式, 则求出长爪沙鼠密度与春小麦受鼠害的减产值二者间的回归式为:

$$y = 1.05x - 12.45$$

经显著性测验, $t_b = 8.1$ 大于 $t_{0.01}$, 说明二

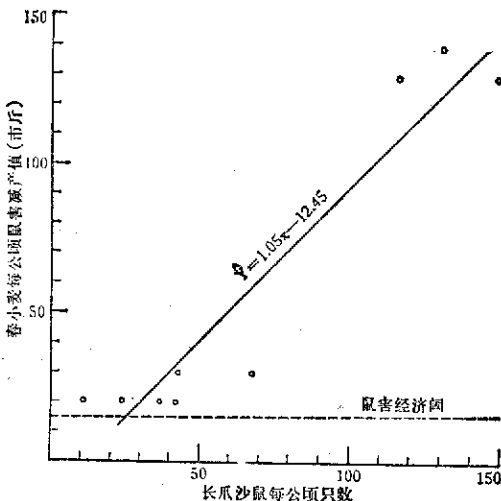


图 1 内蒙古四子王旗乌兰花公社长爪沙鼠密度与春小麦减产量的回归

者回归显著, 长爪沙鼠密度增大时, 春小麦受害程度明显增加。

(四) 长爪沙鼠在秋收时期危害春小麦的临界数量近似值的估计

如前所述, 依鼠害的经济阈可以确定出: 灭鼠成本 = 鼠害减产值时, 植保效益最大。

灭鼠手段若采用化学防治, 在内蒙仍以磷化锌 (Zn_3P_2) 毒杀最安全而有效。若以 3% 的药量, 用食油做粘附剂, 采用漫撒投饵(考虑到今后实现农业机械化的前景), 每公顷需饵料 4 市斤(经实验, 投撒后均匀而稀疏, 若不细致检查, 几乎难找见颗粒)。每公顷防治成本需 2.02 元(见表 2), 每亩需 0.13 元。

表 2 3% 磷化锌油拌莠麦毒饵漫撒投饵每公顷灭鼠成本

项目	说明	金额(元)
杀鼠药剂	每公顷投饵 4 市斤, 需磷化锌 0.12 斤 (按 3% 计算, 每市斤磷化锌 4.80 元)	0.58
附着剂	拌 4 市斤饵料需食油 0.2 斤, 每市斤食油 0.85 元	0.17
饵料	每公顷用 4 市斤莠麦, 每市斤原粮价为 0.13 元	0.52
人工	拌药及撒饵目前仍用人工, 每公顷需用半个劳动日的工作量, 每个劳动日以 1.50 元计价	0.75
总计	每公顷用磷化锌 0.12 斤, 食油 0.2 斤, 莠麦 4 斤, 人工 0.5 工作日	2.02

灭鼠成本 2.02 元若按春小麦的粮价每斤 0.13 元折合, 则为 15.5 斤, 此值为 y 值, 代入回归式, 则求出每公顷长爪沙鼠危害临界数量的近似值(即 x 值)为 26.6 只。依实际情况, 老鼠难以小数计算只数, 采取四舍五入, 为 27 只。依照我国农村的习惯, 土地面积用亩表示, 则在每亩地中, 长爪沙鼠在秋收期间危害的临界数量为 1.8 只, 四舍五入为 2 只。这也就是说, 每公顷长爪沙鼠的密度接近 27 只, 或每亩长爪沙鼠的密度接近 2 只时, 即达危害的经济阈线, 密度再增高时, 就需要采取积极的防治措施(如采用毒杀进行化学防除), 否则就将造成严重的经济损失。

长爪沙鼠群居,每亩地若有2只,只不过有一个洞群。从方法普及的角度来说,每亩地里若出现一个洞群,便接近长爪沙鼠在秋收期间危害的临界数量。必须采取及时大面积的防治措施,才能防患于未然。

三、工作展望

有害兽类危害临界数量的研究,近年来已引起我国科技工作者的注意。如1978年全国动物学会召开时,本文即曾将摘要呈交大会,油印送发。刘季科等(1980)曾探讨了高原鼠兔(*Ochotona curzoniae* Hodgson)对青海高寒草甸草原危害的临界数量,假设危害面积率(即 y 值)等于0,代入回归式,而求出“危害临界数量”(即 x 值)。此 x 值只能算是危害临界数量的理论值。从实际情况来说,只要有高原鼠兔存在,就有危害面积(即使危害微不足道),因此危害面积等于0时,只有高原鼠兔的数量(x 值)等于0时才出现,所以其所求得的“危害临界数量”是虚拟的,在客观上并不存在。由此看来,本文从经济阈来探讨危害临界数量,从实践意义和逻辑意义上来看,均是合理的。其优点有如下几方面:

1. 此项研究可用于测报鼠害工作,一旦害鼠数量接近危害临界数量,或者甚至通过害鼠的内因(如营养条件,繁殖力等)或外因(如气候,食物等)方面的条件预计害鼠数量有可能达到危害临界数量时,及时地采取措施,压低害鼠的数量,便可防患于未然。

2. 从生态学角度来看,用经济阈所求得危害临界数量也是接近实际情况的。每亩地里

有2只长爪沙鼠,从性别上便有4种排列组合形式:♂♂,♀♀,♂♀,♀♂,后二者均具繁殖能力。也就是说,繁殖的或然率占50%。在内蒙古,长爪沙鼠每年大致可繁殖两次,每窝平均产仔4—5只(3—8只)。每年至少有4只幼体可以进入种群中(若按50%或然率考虑,两窝仅算一窝),每亩的数量即达6只,每公顷可达90只。如不采取措施,终成大患。因此,以此种方法计算出的危害临界数量合情合理。

3. 有害鼠,便不能不吃庄稼,危害便不可能等于0;但考虑到防治成本,从经济阈来探讨危害临界数量,完全从植保效益来考虑问题,是合乎逻辑的。依此思路去研究问题,才具有真正理论意义。危害等于0的假设,仅是虚拟。

4. 此方法计算简便,只要掌握初等代数基础,便可从事计算,服务于鼠害测报,便于推广。

但是,必须指出:随着农业现代化的发展,灭鼠成本会降低,危害临界数量的数值便会相应地变小,意味着灭鼠的要求标准会日趋提高。由此可见,从长远的角度着眼,本文提出的所设计的方法今后仍适用,即使需要修改,但原理不变。也就是说,随着农业现代化的过程,灭鼠标准提高,促使鼠害更能得到进一步控制,害鼠数量日趋减少。本文提出的危害临界数量的计算方法在此过程中能起到参谋作用。

参 考 文 献

- 刘季科、张云占、辛光武 1980 高原鼠兔数量与危害程度关系。动物学报 26(4): 378—385。
Kendeigh, S. C. 1974 Ecology, with special Reference to Animals and Man. Prentice-Hall, INC., Englewood Cliffs, New Jersey: 225—228.