

天敌对害鼠种群控制作用的研究进展

杨卫平 杨荷芳

(中国科学院动物所,北京,100080)

国内学者应用“天敌”这一概念,一般指某类动物的捕食者(Predator)。对于害鼠与其天敌的关系的研究,历来是国际生态学界的重要课题。近年来,由于鼠害防治等生产实践的需要,我国学者也逐渐开始了这方面的工作。

一、天敌的种类

天敌的种类很多,比较重要。人们研究较多的是猛禽、鼬科动物和小型猫科动物。按天敌的生活、捕食特点可以将天敌分为几种不同类型(Andersson)^[1]。按其机动程度分成居留型(Resident)和游牧型(Nomadic)。居留型不因季节变化和食物的减少而迁移他处;而游牧型则随季节的变化和鼠类数量的增减而各处游牧。按天敌食性的专一性程度,又可将其分成专一型(Specialist)和非专一型(Generalist)。专一型天敌绝大多数的食物是鼠;而非专一性天敌则在鼠类较少的情况下,捕食其他种类的动物。

二、天敌的食性和食量

食性和食量是研究天敌与鼠类关系问题的基础和开端。在野外,多采用剖胃法或搜集、分析猛禽食团(骨、毛等不消化的呕吐物)和食肉兽粪便的方法;在室内则通过饲养选食实验,获取某些数据。

猛禽的工作以 Snyder^[2] 最为系统。他研究了 44 种猛禽,其中各种鸱和鸢的食物中 90% 以上是小型哺乳类,绝大部分是鼠;金鸱和各种鸢的食物中鼠也占 50% 以上。国内鸟类学工作者对迁徙性猛禽在迁徙途中的食性也有报

道,鼠类占 15 种迁徙猛禽食物总量的 75% 左右(张荫荪等)^[1]。此外,对长耳鸮、大鸮、黄鼬的食性食量,也有较多的研究工作。事实上;天敌的食性并非一成不变的,而是随季节、鼠类数量的变化而变化。

三、天敌的捕食能力与活动范围

了解天敌的捕食能力和活动范围有助于我们深入地理解天敌与鼠类的关系,理解天敌对鼠类的数值反应和功能反应。在方法上可采用直接野外观察、标志重捕和使用无线电发报圈技术。Stendell^[28] 研究了鸢的捕食能力,一只雄性白尾鸢只需花日间 20% 的时间,即可为其配偶、雏鸟及其本身提供全部食物。Warner^[31] 的工作则表明了鸢的捕食范围:50% 的捕食发生在其巢区附近 0.1 km² 之内;96% 的捕食发生在 1 km² 之内。此外,对各种鸱、鼬科动物的捕食能力和活动范围,也有大量报道。

四、天敌对鼠类性比和年龄结构的改变

天敌对鼠类不同性别和年龄的捕食概率是不同的,这种不同在一定程度上改变着鼠类种群的年龄结构和性比,而年龄结构和性比都是种群动态中最敏感的参数。在研究方法上,多采用围栏、标志重捕;对于猛禽则可根据食团中盆骨和牙齿的形态来加以分析。

大部分研究表明,天敌食物中鼠类雄性多于雌性或基本一致。一般解释为雄性的活动性较大所致(Beacham)^[31]。鸟类天敌偏向取食年龄较小的个体(William)^[32]。较小的个体由于在社群关系中地位的低下,较少有固定的领地而

易被取食。而兽类对不同年龄个体的捕食无偏向性，一般解释为食肉兽机动性相对较小而专注于同一地区捕食的缘故 (Christian)^[7]。但是在个别研究中，也有些结论与上面所述是有差异的。我们认为，对于不同的天敌，不同的鼠种乃至不同的地理、群落条件，这种差异是可以理解的，应具体问题，具体分析。

五、天敌对鼠类的数值反应和功能反应

Gross^[21] 注意到，在某些年份北方的雪鸮侵入南方地区。这一年一定是北方鼠类种群崩溃的年份。Craighead^[22] 研究了牧场环境中猛禽和鼠类的关系。在研究范围内，当田鼠总数为 303,000 只时，同时存在着 96 只鸢、63 只鹞，猛禽食物中田鼠的比例为 87%。当田鼠总数减少到 75,000 只时，猛禽数量也随之下降到 27 只鸢，32 只鹞，猛禽食物中田鼠的比例也下降到 55%。在这里，Craighead 提出捕食压力的概念 (Predation pressure) 即猛禽数量和田鼠数量之比。比值越大，捕食压力越高。值得指出的是，捕食压力越高，并不意味着猛禽能成比例地消灭更多的鼠类。Craighead 的概念只反映了猛禽对老鼠的数值反应而未反映其功能反应。

Stendell^[23] 详细地讨论了鸢对田鼠的数值反应和功能反应。在田鼠种群的上升阶段，当田鼠种群增加 5—6 倍时，鸢的数量也相应地增加；而在田鼠种群的下降阶段，鸢的数量却保持在一定稳定的水平，直到田鼠数量非常低时，鸢的数量才急剧下降。这是因为当鼠类数量减少时，还存在着其他食物供鸢利用。在整个田鼠数量变动周期中，田鼠占鸢食物的比例为 40—85% 不等。在田鼠种群上升阶段，这个比例也较快地上升；而在下降阶段，该比例并不马上减少。不难推断，这个时滞是由于鸢增大了捕食努力所形成的。

猛禽对鼠的数值反应是通过迁出迁入和繁殖改变来实现的。在繁殖季节开始时，鼠类密度决定于猛禽是否停留在这一地区；而在鼠类丰盛时，鸢、鹞可重复孵卵（一般是两次），也有

的猛禽其窝卵数变化幅度可达 2.7 倍，孵化率也有明显的不同 Hamerstrom^[13]。当鼠密度降低时，鼬科动物通过停止繁殖来实现其数值反应，数量分布也与鼠类密度紧密相关，食物中鼠类比例的变化幅度也高达 3.4 倍 (Tapper 1979, Erlinge^[10,29]) 不难想见，不同类型的天敌其数值反应和功能反应曲线也是有很多差异。

六、天敌对鼠类种群的捕食率

在一特定地区，天敌能消灭多少鼠类是应用生态学中最令人感兴趣的问题。在方法上，除了依靠食性、食量来计算外，近年来，较多地应用围栏、标志，从食团或粪便中回收标志物等方法。

不同的研究显示了不同的捕食率。毛脚鸢、红尾鸢在冬季可消灭越冬鼠的 19% (Baker)^[4]。Southern^[27] 从灰林鸢中回收标志鼠环 11—16%，Boonstra^[6] 从鸢等猛禽中回收标志鼠环 3.1—7.4%。毫无疑问，实际的捕食率要大些。Pearson^[24] 则在前人工作的基础上，总结了猛禽对鼠类的影响。利用他推导出来的公式，根据猛禽的体重、食性，鼠类的适宜生境即可计算出每只猛禽每天在每平方公里内消灭的鼠类。并得出结论，每个猛禽每天消灭的鼠类与其体重成正比，但从单位面积上看，却与体重成反比。

Fitzgerald^[11] 对白鼬和鼠的关系进行了研究。在不同的捕食压力下，鼠在冬季被消耗的总数为 5.1% 到 54.3% 不等。我国学者盛和林^[2] 认为，黄鼬每天最大捕鼠量 5—8 只，并认为在低数量鼠类非繁殖期，黄鼬对鼠类种群有较大影响。

越来越多的科学家正在将各种天敌对鼠类的影响综合起来加以考虑。在家猫、蛇、鼬等多种动物的捕食作用下 Pearson^[24] 研究了草地鼠类的天敌群。处于顶峰的鼠类种群，88% 的个体在下一个繁殖季节开始之前被捕食。Andersson^[3] 总结了瑞典 Lund 大学一个野生动物研究小组对鼠类天敌的综合研究。考虑了鸢、猫、赤狐、欧洲鼬等九种天敌的联合作用。

结果表明,大约有一半的越冬鼠被天敌捕食。

七、利用天敌防治鼠害的概况

早期的鼠害防治实践是将一些食肉兽引入岛屿等较孤立的环境中。早在1870年,一种印度獾就被引入加勒比海的一些岛屿,1883年又引入夏威夷等地。在引种的头10—15年,成果十分可喜,有效地压低了害鼠的密度,但是獾却是狂犬病毒的携带者。“虽然獾捕食了大量的鼠类,但是(后来)鼠类仍然是当地甘蔗损失的主要原因”(Kazimierz wodzicki)^[17]。本世纪六十年代后期,日本对于应用黄鼬作为鼠害生物防治的手段显示了兴趣。在1967—1968年间,总数为6,843只的黄鼬被释放到17个总面积为97,754公顷的岛屿上,总花费达136,869美元。但一般认为,日本此举是否有益,从长远观点看,还需划上个问号。不过,近年来仍有引种鼬科动物的实验,并认为海岛引种鼬以防鼠害,仍不失为一个办法 Kildemoes^[18]。

关于家猫的引种利用是Elton五十年代第一次做了科学的实验。他在英格兰的五个农场先施用毒药灭鼠,然后在其中四个农场引入猫,第五个留作对照。结果十分明显,当第五个农场鼠害盛行时,其他四个则几乎没有老鼠。Christian^[17]则利用逐步减少人工食品的方法,进行家猫的野化。他认为,至少有16%的标志老鼠被这些猫捕食。

另一些更加细致的工作也在进行。如Thomas^[19]研究了两种鼬腺体混合物的驱鼠作用。鼬的气味本身当然不能灭鼠,却急剧地改变其分布范围。应用此法可重点保护某一地区不受鼠害。对蛇的气味也有类似作用。

在农区设立栖木招引猛禽防治鼠害的方法由来已久,近年仍有这方面的工作。Howard^[16]在田间设立栖木,发现猛禽能很快地利用这些栖木,但与对照区相比,并不能更多地降低鼠类的数量。看起来,这种单一的招引方法难以奏效。

近年来,越来越多地科学家将天敌对鼠害的控制作用纳入综合防治的总体之中,取得了

较好的效果。Mary^[20]研究了天敌和鼠类栖息地的隐蔽度,食物供应的联合作用。在六个围栏中,以设立防捕食网、割草、提供额外食物等方法组成对照组。实验表明,捕食作用与隐蔽度密切相关。Murua^[21]探索了松林防治鼠害的措施。在应用栖息地改造,树形的修剪,使用杀鼠剂等方法的同时,在树林中开辟宽四米的无植物条带,并设立栖木招引猛禽。无植物条带可以减少鼠类的扩散,鼠类在穿越这些条带时更易为猛禽攻击。Elizabeth^[9]应用类似方法研究了营养、空间行为和天敌对鼠类的作用,认为,天敌和营养对鼠类的作用是相辅相成的,并成为鼠类种群的限制因素。

八、讨 论

首先一个令人感兴趣的问题——天敌能否控制鼠类种群?早期的研究表明,天敌不能影响鼠类种群,天敌只是取食了鼠类种群中的剩余部分。但是越来越多的研究表明,天敌对鼠类的影响是重要的。Schnell^[22]将放射性钴-60,铯-55植入鼠皮下研究鼠的命运。认为,当多种的和高度机动的天敌群存在时,其作用比食物限制,社群关系,天气条件对鼠类的影响都大。从短期看,天敌能否有效地抑制鼠类种群与天敌的数量有一定关系。Pearson^[24]推测:当鼠和食肉兽之比小于100时,食肉兽即可阻止鼠类的增长。Newsome^[23]总结了澳大利亚的一些研究工作,认为食肉兽可以长期地控制包括老鼠在内的有害脊椎动物,但是这种控制必须是在有其它因素引起害鼠下降之后才起作用。另一个影响天敌对鼠类控制的因是它们所处的群落条件。在物种组成较单调的地区,天敌由于没有替代食物而过份依赖于鼠类种群,加之数值反应存在较大时滞,难以对鼠类种群造成大的影响;而在复杂的群落中,由于多种天敌较长期的交替作用,使得鼠类种群较多地保持在较低的水平(Pearson, Newsome)^[23,24]

另一个值得讨论的问题——天敌是否是鼠类种群形成周期性振荡的原因。虽然仍有人认为两者关系不大;但目前大部分学者倾向认为,

天敌如果不是鼠类周期振荡的根本原因,也是一个重要原因。天敌不能真正地阻止种群的增长,也不能引发其崩溃,然而却能在鼠类种群衰落之后,继续压低其数量,推迟再次增长的时间(Pearson, Andersson, Hansson, Henttonen)^[3,14,15,20]。在这里,学者们还注意到不同类型的天敌对鼠类数量周期的影响也不一样。居留的专一性天敌可以强烈地压低鼠的数量,但由于数值反应时滞较大,较易增大鼠类种群振荡幅度;游牧的非专一性天敌在物种丰盛之地起着稳定鼠类种群的作用;而游牧的专一性天敌具有减小鼠类种群振荡幅度的作用(Andersson)^[3]。

由于模型理论和技术的发展,也有人考虑建立天敌与鼠类的关系模型。但是鼠类与其天敌的关系是个非常复杂的问题。不同的捕食类型,捕食率,能量需求,功能反应曲线,替代性食物的可利用性,盈余杀死(非取食而本能地杀死老鼠)的数量,所有这一切都将导致一个非常复杂的模型。当数学模型广泛应用的时代,我们也将在此花费时间。但,“……我们还不知道鼠类与其天敌的种种奥秘而有效地模拟之”(Krebs)^[20]。

纵观对鼠类天敌的研究,我们有如下三点看法。第一,从研究的内容和角度看,似乎是从研究单一的天敌逐步扩展为研究天敌群与鼠类的关系,并越来越多地考虑群落条件所起的作用。同时,对单一的天敌的生物学、生态学研究,则向更加深入细致的方向发展。第二,从研究的方法和手段看,则趋向精确、定量。围栏,防捕网,金属及放射性同位素标记,无线电发报圈的使用也越来越普遍。第三,在应用天敌进行鼠害防治方面,已摒弃了过去那种单一的引种,招引天敌的方法,而是将天敌的作用放在群落水平和综合防治的水平中加以考虑。我们认为,如何将人为的防治方法和天敌、气候等自然因素相互协调,共同作用;而人类的防治手段又有助于保护天敌,促进天敌对鼠类的作用将是今后研究的一个重点内容。

参 考 文 献

- [1] 张荫荪等 1985 唐山地区猛禽迁徙生态观察 动物学杂志 20(1): 17—21。
- [2] 盛和林等 1990 黄淮平原鼠兔关系及鼠害防治对策 兽类学报 10(1): 1—9。
- [3] Andersson M. 1977 Influence of predation on rodent population. *Oikos*, 29: 591—597.
- [4] Baker J. A. & R. J. Brooks 1987 Impact of raptor predations on declining vole population. *J. Mamm.* 63: 297—300.
- [5] Beacham T. D. 1979 Selectivity of avian predation on declining population of the vole *Microtus townsendii*. *Canadian J. Zool.* 57: 1767—1772.
- [6] Boonstra R. 1977 Predation on *Microtus townsendii* population; Impact and vulnerability. *Canadian J. Zool.* 55: 1631—1643.
- [7] Christian D. P. 1975 Vulnerability of meadow voles to predation by domestic cats. *Amer Midland Nat.* 87: 524—527.
- [8] Craighead J. J. & F. C. Craighead 1956 Hawks owls and wildlife. Wildl. Met. Inst. Washington, 443.
- [9] Elizabeth A. D. & O. B. George 1989 Effect of food availability and predation on prairie vole demography: a field experiment. *Ecology*, 70(2): 411—421.
- [10] Erlinge S. 1974 Distribution, territoriality and numbers of the weasel *Mustela nivalis* in relation to prey abundance. *Oikos*, 25: 308—314.
- [11] Fitzgerald B. M. 1977 Weasel predation on a cyclic population of the montane vole *Microtus montanus* in California. *J. Anim. Ecol.* 46: 367—397.
- [12] Gross A. O. 1947 Cyclic invasions of the snowy owl and the migration of 1945—1946. *Auk*, 64: 584—601.
- [13] Hamerstrom F. 1979 Effect of prey on predator: voles and harriers. *Auk*, 96: 370—374.
- [14] Hansson L. 1984 Predation as a factor causing extended low densities in Microtine cycles. *Oikos*, 43: 255—256.
- [15] Henttonen H. 1985 Predation causing extended low densities in Microtine cycles: further evidence from shrew dynamics. *Oikos*, 45: 156—157.
- [16] Howard W. E. et al. 1985 Raptor perches: their influence crop protection. *Acta Zool.* 173: 191—192.
- [17] Kazimierz W. 1973 Prospects for biological control of rodent population. *Bull. Wild. Hlth. Org.* 48: 461—467.
- [18] Kildemoes A. 1985 The impact of introduced *Stoats* *Mustela erminea* on an island population of the water vole *Arvicola terrestris*. *Acta Zool. Fennica*, 173: 193—195.
- [19] Korpimäki E. & K. Norrdahl 1989 Predation of Tengmalm's owls: numerical responses, functional responses and dampening impact on population fluctuations of microtines *Oikos*, 54: 154—164.
- [20] Krebs C. J. 1988 The experimental approach to ro-

(下转第64页)

- dent population dynamics, *Oikos*. 52: 143—149.
- [21] Mary J. T. & C. J. Krebs 1983 Predation, cover and food manipulation during a spring decline of *Microtus townsendii*. *J. Anim. Ecol.* 52: 837—848.
- [22] Murua R. & J. Rodriguez 1989 An integrated control system for rodent in pine plantations in central Chile. *J. Applied Ecol.* 26: 81—88.
- [23] Newsome A. E. 1990 The control of vertebrate pests by vertebrate predators *Tree* 5: 187—191.
- [24] Pearson O. P. 1985 Biology of new world *Microtus* (R. E. Tomarin, ed). Special publication of the American Society of Mammalogists, 8: 535—566.
- [25] Schnell J. H. 1968 Limiting effects of natural predation on experimental cotton rat population *J. Wildl. Manage.* 32: 698—711.
- [26] Snyder N. F. R. & J. W. Wiley 1976 Sexual size dimorphism in hawks and owls of North America. *Ornithol. Monogr.* 20: 131—136.
- [27] Southern H. N. 1970 Natural control of a Tawny owl population. *J. Zool.* 162: 197—285.
- [28] Stendell R. & P. Myers 1973 white-tailed kite predation on a fluctuating vole population *Condor*. 75: 359—360.
- [29] Tapper S. 1979 The effect of fluctuating vole numbers *Microtus agrestis* on a population of weasels *Mustela nivalis* on farmland. *J. Anim. Ecol.* 48: 603—617.
- [30] Thomas S. 1988 Use of predator odors as repellents to reduce feeding damage by herbivores. (4) Northern pocket gophers *Thomomys talpoides*. *J. Chemical Ecol.* 14: 379—390.
- [31] Warner J. S. & R. L. Rudd 1975 Hunting by the white-tailed kite *Elanus leucurus*. *Condor*. 77: 226—230.
- [32] William S. L. & S. H. Jenkins 1987 Sex and age affect vulnerability of desert rodent to owl predation. *J. Mamm.* 68: 746—754.