第 20 卷第 3 期
2000 年 8 月

兽 类 学 报
Acta Theriologica Sinica

Vol. 20, No. 3
Aug., 2000

高寒地区植食性小哺乳动物的越冬对策

苏建平
(中国科学院西北高原生物研究所, 西宁, 810001)

刘季科
(浙江大学生命科学学院, 杭州, 310027)

摘要: 利用多年工作积累的观察资料, 讨论几种植食性小哺乳动物的越冬对策。其中, 高原鼢鼠、甘肃鼠兔和根田鼠均贮存食物, 以减少寒冷条件下的取食暴露。高原鼢鼠以个体为单位贮存和利用贮存食物, 相互之间不协作; 而两种地面活动的种类则可能以家庭为单位贮存和分享越冬食物。喜马拉雅旱獭体型较大, 不贮存食物, 它以冬眠方式越冬, 这是一种对食物依赖最小的方式。高原鼠兔, 既不贮存食物, 也不进入冬眠, 而是主要靠增加身体产热能力来保持体温, 抵御严寒。作者认为, 动物自身的生理限制、生活方式、环境条件以及捕食风险等诸多因素的综合作用决定动物的越冬对策。

关键词: 植食性小哺乳动物; 越冬对策
中图分类号: Q958.12　　**文献标识码**: A　　**文章编号**: 1000-1050 (2000) 03-0186-07

地球上绝大多数地方都具有明显的季节性。一些地区四季分明, 而另一些地区则只有冷暖之别。后者通常具有漫长的冬季, 如高纬度的北极地区和高海拔的青藏高原地区。在漫长的冬季里, 由于食物短缺, 气候严寒, 给栖息在这些地区的各种动物造成了极大的困难。但是, 为了生存, 一些动物在长期的进化过程中, 逐渐地形成了各种能够适应这种恶劣气候和食物短缺条件下的生存对策, 主要包括两大类型, 即躲避和抵御[1]。前者包括: 冬眠 (hibernation), 这是一种被变温动物 (如两栖动物和爬行动物等) 广泛采用的越冬对策, 一些哺乳动物如赤颊黄鼠 (*Citellus erythrogenus*)、达乌尔黄鼠 (*Citellus dauricus*)、美洲黄鼠属动物 (*Spermophius*)[2,3~5] 和一些熊类动物等也采用这种越冬方式; 贮存食物, 如达乌尔鼠兔 (*Ochotona daurica*)[6,7]、北美鼠兔 (*Ochotona princeps*)[8~10] 等; 或是迁徙到比较温暖的南方 (如大多数鸟类) 越冬。后者主要靠增加生理产热能力和增加冬季身体的保温能力来保持体温[11~14]。动物选择什么样的越冬方式以及影响其选择的因素具有明显的进化意义。

本文是对我们在中国科学院海北高寒草甸生态系统定位站地区多年工作所积累的部分资料的总结。主要涉及几种常见的植食性小哺乳动物的越冬方式, 目的在于通过一定的比较和分析, 解释小哺乳动物选择不同越冬对策的原因, 并探讨其进化意义。

1 工作地区概况及观察方法

1.1 工作地区的自然概况

基金项目: "西部之光" 课题资助
作者简介: 苏建平 (1964-), 学士, 副研究员, 主要从事动物生态学研究.
收稿日期: 1999-04-28; **修回日期**: 1999-08-25

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

杨福屯曾对中国科学院海北高寒草甸生态系统定位站地区的自然环境作过专门的描述[15]。刘季科等研究过该地区的小哺乳动物群落[16]。不过, 由于近年来该地区主要的人类活动即放牧方式的改变, 其生态环境已发生明显变化。根据我们 1997 年和 1998 年的调查, 夏季牧草覆盖率和高度明显好于 70 年代和 80 年代初, 这主要是随着家庭牧场(冬季利用部分) 的发展, 牧户在控制鼠害方面的投入增加, 调整经营方式, 降低对草地的利用强度所致。尽管动物的主要栖息地类型仍然还是草甸、灌丛和弃耕地, 但由于草甸和弃耕地植被明显改善, 表现为: 因禾本科植物成分的大幅度增加, 植被高度和盖度显著增加。由此引起小哺乳动物群落发生根本性变化, 即过去在草甸上广泛分布的高原鼠兔 (*Ochotona curzoniae*) 已经退缩到植被极低 (高度 ≤5 cm) 的局部区域, 空出来的大部分区域则由甘肃鼠兔 (*O. cansus*) 占据。当然草甸栖息地的甘肃鼠兔种群密度 (40～80 只/hm^2) 远远低于以前的高原鼠兔密度 (> 100 只/hm^2), 但却高于灌丛中的甘肃鼠兔密度 (15～30 只/hm^2)。

该地区主要的猛禽类捕食者有大[illegible] (*Buteo hemilasius*)、猎隼 (*Falco cherrug*)、红隼 (*F. tinnunculus*); 兽类捕食者有体型较小的鼬科动物, 如香鼬 (*Mustela altaica*)、艾虎 (*M. eversmanni*) 和獾 (*Meles meles*), 以及体型较大的其它食肉目动物, 如藏狐 (*Vulpes ferrilata*)、红狐 (*V. vulpes*)、狼 (*Canis lupus*) 和马熊 (*Ursus pruinosus*) 等。

该地区气候条件恶劣, 春秋两季很短, 而冬季漫长, 达半年之久。每年 9 月植物开始枯黄, 10 月份平均气温已降至 - 0.6 ℃, 土壤开始冻结, 11 月末冻土厚度可达 45 cm。第二年 4 月温度回升, 气温平均可达 - 0.5 ℃, 表层冻土大多融化。4 月下旬, 植物开始返青。1 月平均气温 - 14.8 ℃, 最低气温 - 35.2 ℃。2～4 月多大风, 最大风速可达 17 m/s。

1.2　研究对象及观察方法

本文的研究对象是 5 种常见植食性小哺乳动物, 即高原鼠兔、甘肃鼠兔、根田鼠 (*Microtus oeconomus*)、高原鼢鼠 (*Myospalax baileyi*) 和喜马拉雅旱獭 (*Marmota himalayana*)。其中, 高原鼢鼠是唯一的地下鼠类, 其余为地面活动种类。观察方法因动物种类而异。主要有: (1) 直接观察法, 直接或借助望远镜观察地面活动种类, 确定其是否收集、搬运和贮存食物。(2) 挖洞法, 通过解剖动物的洞道系统, 确证动物是否贮存食物; (3) 观察冬眠动物的入蛰和出蛰时间, 这种观察仅限于具有冬眠习性的喜马拉雅旱獭。

2　结果

在被观察的 5 种植食性小哺乳动物中, 根田鼠、甘肃鼠兔和高原鼢鼠 3 种具有贮存食物越冬的习性; 喜马拉雅旱獭具有冬眠习性; 高原鼠兔既不贮存食物也不冬眠。

2.1　根田鼠的食物贮存与利用

直接观察发现, 根田鼠 9 月下旬开始用嘴收集植物材料并带进洞内贮存。由于根田鼠收集的植物材料主要是干枯的禾本科 (Gramineae) 和莎草科 (Cyperaceae) 牧草的叶片, 因而很难鉴定种类。根据动物采集植物材料所在位置的种类分布, 推测根田鼠贮存

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

的食物中至少应该包括以下属种：披碱草属（*Elymus*）、羊茅（*Festuca ovina*）、苔草属（*Carex*）、线叶嵩草（*Kobresia capillifolia*）等。直接观察往往无法十分接近目标动物，因为根田鼠主要生活在比较浓密的金露梅（*Dasiphora fruticosa*）灌丛中，稍有干扰就会迅速逃走，或进入洞内，或沿着跑道跑出去几米至十几米不等。因而难以统计其每次收集的叶片数和往返一次的具体时间。贮存食物一直要持续到 10 月末或 11 月初停止地面活动之前。

根田鼠的粮仓常位于一丛金露梅的中间，通常不易被人发现。解剖观察发现，其形状似葫芦，上面小，下面大，顶部有一直径约 10～15 cm 的通气孔。粮仓壁上挖有上下两层环行跑道，上层环行跑道距地表约 10 cm，下层环行跑道距地表为 25～30 cm 不等。两层环行跑道各有 8～10 条向四周辐射的跑道与之相连。粮仓的深度为 35～45 cm，可容纳的食物量为 1.0～1.5 kg 干草。刚贮存好的粮仓，其内容物缠绕结实，中间留有一些根田鼠身体恰好可以钻过的通道。1997 年 10 月末于一个长 350 m，宽 10～12 m 的带形金露梅灌丛样地上发现 12 个这样的粮仓，并予以标记。1998 年 5 月初检查时，有 5 个被捕食者从顶上挖开，遭到较大破坏，不好估计其利用量。另外 7 个的利用量都超过一半（根据粮仓体积和剩余食物量推测），其中 3 个粮仓的利用量可能超过 2/3。此外，在解剖一个粮仓时，刚一切开，就发现其中有 6 只成年根田鼠正在取食，因此将它们迅速捕获，检查确定为 2 雄，4 雌。根据这一现象和粮仓的洞道结构推测，根田鼠在贮存和利用越冬食物方面，至少在家庭成员之间符合共同参与，共同分享的原则。

2.2 甘肃鼠兔的贮食行为与食物利用

与根田鼠相比，甘肃鼠兔的贮食行为很易观察，其贮食过程为把食物收集起来，堆积在距洞口 0～1.0 m 的范围内，所有过程都在地面进行。由于在此之前，有关这种动物具有贮存食物的习性未见报道，因而我们是在未对观察方案进行充分设计的背景下，于 1998 年 9 月和 1999 年 1 月，初步收集了一些简单资料。

观察表明，与根田鼠相似，甘肃鼠兔在贮存和利用越冬食物方面，明显地遵循共同参与，共同分享的原则。1998 年 9 月 25 日，观察到 3 只不同的成年甘肃鼠兔把收集到的植物材料放在同一个草堆上，26 日和 27 日又相继观察到同样现象；1998 年 12 月 20～23 日 14：00 - 16：00 时，反复观察到 2～3 只甘肃鼠兔同时在一个草堆取食的现象。

甘肃鼠兔草堆的主要植物成份有：美丽风毛菊（*Saussurea superba*）的花和果实部分、各种棘豆（*Oxytropis* sp.）、黄芪（*Astragalus* sp.）及披针叶黄花（*Thermopsis lenceolata*）的茎、叶和果实部分、青海风毛菊（*Saussurea kokonorensis*）的地上部分、麻花九（*Gentiana straminea*）、线叶龙胆（*Gentiana farreri*）和摩苓草（*Morina chinensis*）的地上部分。此外还有一定量的禾本科植物，少量的细叶亚菊（*Ajania tenuifolia*）、鹅绒委陵菜（*Potentilla anserina*）以及其它成分。

2.3 高原鼢鼠的越冬贮食行为

高原鼢鼠主要靠植物的地下部分为生，夏季常见把整株植物拖入洞内取食的现象，偶尔亦临时性贮存食物。但是，真正的越冬贮食行为发生在每年 9 月幼仔分窝以后至 10 月末冻土形成这段时间里。解剖洞道发现，贮存的主要食物为鹅绒委陵菜的块根、

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

细叶亚菊的根, 异叶青兰 (*Dracocephallum heterophyllum*) 的轴根、蚓果芥 (*Torularia humilis*) 的根、二裂委陵菜 (*Potentilla bifurca*)、多裂委陵菜 (*Potentilla multifida*)、苔草 (*Carex crebra*) 的根茎等。由于高原鼢鼠性喜独居, 因而它以个体为单位贮存和利用越冬食物。4～5 月, 解剖高原鼢鼠洞道, 常见头年贮存的食物未被利用完的情况, 其意义有待进一步探讨。

2.4　喜马拉雅旱獭的冬眠

喜马拉雅旱獭入蛰和出蛰的时间与气温有关。在海北高寒草甸生态系统定位站地区, 旱獭通常在 9 月末至 10 月初进入冬眠, 第 2 年 4 月中旬或 5 月初以后出蛰。室内饲养条件下, 旱獭不会在冬眠过程中间自然醒来 (青海地方病研究所观察资料)。野外条件下, 挖开旱獭冬眠洞穴发现, 在同一个洞穴中, 所有的家庭成员集体冬眠; 冬眠巢一般在冻层 (1.5 m 厚) 以下 2 m 左右, 洞穴由里向外堵实形成 2～4 m 的洞道栓 (青海省卫生防疫站观察资料)。堵塞冬眠洞穴可有效防止天敌侵害。

3　讨论

动物采用什么样的生存对策来应付食物匮乏、气候严寒的冬天并不是随意的, 而是长期进化适应的结果。许多生态生理学家从体温调节的角度研究过这一问题[12]。但迄今为止, 还很少见到对动物选择不同越冬对策的原因所作的专门分析和比较研究。就一般情况而言, 每一类或每一种对策都可能有利有弊, 而且还要受动物自身条件和环境条件的诸多限制。例如, 冬眠虽是一种最少依赖食物条件的适应方式, 但在冬眠过程中, 动物处于深度睡眠状态, 失去运动能力, 对外界刺激极不敏感, 因而很易遭到天敌危害。又如, 迁徙可以使动物离开寒冷和食物匮乏的北方, 进入气候温暖、食物丰富的南方, 但是长途迁徙本身就是一个非常耗能的过程, 迁徙过程中死亡率会因此升高; 而且, 迁徙本身还受动物长距离运动能力的限制, 故一般仅限于很多鸟类和某些大型哺乳动物, 在小哺乳动物中, 除栖息于北极冻原地带的旅鼠属 (*Lemus*) 外, 迁徙通常是不可能的。因此, 尽管在动物界有很多适应冬季的可能方式, 但具体到某一种动物时, 最主要的适应方式可能已经没有选择的余地。

就本文所涉及的 5 种小哺乳动物而言, 既然迁徙是不可能的, 就只有留在原地越冬。但它们留在原地越冬的方式也不尽相同。产生这种差别的原因可能与以下 4 方面的因素有关。

(1) 捕食者的作用可能与植食性小哺乳动物是否选择冬眠有关。在本研究工作地区, 猛禽类捕食者与猎物是否冬眠不应该有太大的关系, 因为它们不可能挖开冬眠者的洞穴来对冬眠者构成威胁; 鼬科动物体型很小, 如香鼬的成体重一般为 100～250 g, 艾虎成体重多在 700～1 000 g 之间; 藏狐的体重也 < 5 kg (参照[17]和我们的观察)。因此, 这些捕食者通常以体型较小的高原鼠兔、甘肃鼠兔、根田鼠和高原鼢鼠等植食性小哺乳动物为食; 喜马拉雅旱獭, 体型较大, 成体重一般为 2.5～5.0 kg[18], 最大可达 6 kg 或更重, 通常不被这些捕食者猎食, 这与北美的兽类猎物和捕食者之间体型大小的相关性一致[19]。狼、狐狸和马熊等大型食肉动物虽在夏季捕食旱獭, 但因冬眠洞穴已被旱獭堵实, 加之冻土很厚, 这些捕食者不大可能对冬眠中的旱獭形成真正的威胁。与

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

此相比，其它几种植食性小哺乳动物没有能力形成和旱獭一样可靠的洞穴保护。因此，尽管从理论上讲，冬眠会使冬眠者面临很高的捕食风险，但对喜马拉雅旱獭而言，它选择冬眠比其它几种动物选择冬眠要安全得多。

(2) 体型大小可能成为动物是否选择冬眠的一种限制。冬眠固然是一种对食物依赖最少的越冬对策，但冬眠过程和苏醒过程都要消耗很多能量，而这些能量必须以脂肪的形式贮存在体内。冬眠动物的存活率与身体中的脂肪贮存量呈正相关[5,20～23]，因此，体型太小的动物可能会由于贮存的脂肪量不能满足它们在冬眠过程中和从冬眠中苏醒后食物暂时匮乏条件下的能量需要而放弃选择冬眠这种越冬方式。

(3) 生活习性和环境条件共同作用于小哺乳动物的越冬方式。作为一种典型的地下鼠，高原鼢鼠全年生活在地下洞道系统中，主要以轴根、根茎、块根和根蘖等植物地下部分为食[1,24,25]，如上所述，既然它不能选择迁徙和冬眠，则贮存食物就是它必然的选择。因为它必须通过挖掘过程才能取食，如果它不贮存食物，待到土壤结冻时，其生存必将受到威胁。

(4) 由于寒冷条件下最大代谢率（即产热能力）在各种哺乳动物中大致相同[12]，体型较大的种类具有相对较小的体表面积，其散热过程比体型小的种类慢[26]，因此，较大的种类比较小的种类对低温的耐受能力更强，这有可能与动物选择越冬的方式有关。本文的研究结果表明，在 3 种非冬眠地上活动的小哺乳动物中，体形最小的根田鼠因对低温的耐受能力最小，它把食物贮存于事先挖好的地下粮仓之中，冬天利用这些食物时，不会直接暴露在环境中的极端低温之下，但是，挖掘粮仓也需要付出额外的能量；体型居中的甘肃鼠兔对低温的耐受能力稍强，因此，它把贮存的食物堆放在离洞口很近的地方，取食时虽有短暂的冷暴露，但尚可忍受，而且省去了挖掘粮仓所要付出的额外能量。体型最大的高原鼠兔不仅省去了挖掘粮仓所要付出的额外能量，而且还省去了收集和堆放食物所需开销的能量。从食物贮存和利用的角度，可以把高原鼠兔也看成是一种不消耗额外能量的极端的食物散存者。高原鼠兔之所以能够如此，全靠它对低温有很强的忍受能力，这种强的忍耐力并不是仅凭它的身体比其它两个种稍大一点就能具有的，而是靠大幅度增加身体产热来抵御严寒[11]。当然，这种主动的抗寒方式是以消耗更多的能量为代价的，似乎不太经济，而且可能还会因为极端气候条件的持续时间延长导致种群局部灭绝[27]。不过，象甘肃鼠兔那样，把食物堆放在洞口附近的方式看似比较经济，其实也有风险。例如，草堆可能被速度高达 17 m/s 的大风吹散[15]，更有可能被其它植食性动物分享。事实上，甘肃鼠兔和根田鼠仅凭上述贮存食物这一种方式还不足以顺利越冬，它们也要利用提高身体产热的方式来抵御严寒[11]，尽管这种寒冷的程度可能要比高原鼠兔所面临的严寒轻一点。

综上所述，本文所讨论的几种植食性小哺乳动物越冬对策差异的本质在于：越冬所需要的能量究竟是以脂肪形式贮存于体内还是以食物形式集中或散存于体外。迄今为止，虽然动物选择越冬方式的原因还很难被完整地阐释，但是它们必定遵循一定的原则，即在各种固有的限制条件下，选择风险最小，能量利用最经济的方式。本文所阐述的各种越冬对策乃是自然选择对其优化的结果。通过分析和比较各种动物不同的越冬对策，可以加深理解进化过程的奥妙。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

参考文献:

[1] 苏建平, 王祖望, 胡晓梅. 高原鼢鼠的基础代谢和非颤抖性产热及其在冷适应中的意义 [A]. 见: 刘季科, 王祖望主编. 高寒草甸生态系统第 3 集 [C]. 北京: 科学出版社, 1991. 139 - 148.

[2] 和希格, 刘国柱, 李建平. 赤颊黄鼠的生态初步调查 [J]. 兽类学报, 1981, **1** (1): 85 - 91.

[3] Blake B H. The annual cycle and fat storage in two populations of golden-mantled ground squirrels [J]. *J Mamm*, 1972, **53** (1): 157 - 167.

[4] Galster W, Morrison P. Seasonal changes in body composition of the arctic ground squirrels, *Citellus undulatus* [J]. *Can J Zool*, 1976, **54** (1): 74 - 78.

[5] Trombulak S C. Running speed and body mass in Belding's ground squirrels [J]. *J Mamm*, 1989, **70** (1): 194 - 197.

[6] 钟文勤, 周庆强, 孙崇潞. 达乌尔鼠兔的贮草选择与其栖息地植物群落的关系 [J]. 生态学报, 1982, **2** (1): 83 - 87.

[7] 张道川. 达乌尔鼠兔 (*Ochotona daurica Pallas*) 储草行为 [J]. 高原生物学集刊, 1994, 12: 195 - 200.

[8] Dearing M D. The function of haypiles of pikas (*Ochotona princeps*) [J]. *J Mamm*, 1997, **78** (4): 1156 - 1163.

[9] Huntly N J, Smith A T, Ivins B L. Foraging behavior of the pika (*Ochotona princeps*), with comparisons of grazing versus haying [J]. *J Mamm*, 1986, **67** (1): 139 - 148.

[10] Kawamichi T. Hay territory and dominance rank of pikas (*Ochotona princeps*) [J]. *J Mamm*, 1976, **57** (1): 133 - 148.

[11] 王德华, 王祖望, 孙儒泳. 非冬眠小型哺乳动物对寒冷的适应策略 [A]. 见: 张洁主编. 中国兽类生物学研究 [C]. 北京: 中国林业出版社, 1995. 139 - 150.

[12] Jansky L. Effects of cold and exercise on energy metabolism of small mammals [A]. In: Tromp S W (editor-in-chief) and Bouma J J (excutive editor). Prgress in Biometeorology, Division B: Progress in Animal Biometeorology [C]. Amsterdam: Swets and Zeitlingers, 1976. 239 - 258.

[13] Hart J S. Seasonal changes in insulation of the fur [J]. *Can J Zool*, 1956, 34: 53 - 57.

[14] Hart J S. Surface cooling versus metabolic response to cold [J]. *Fed Proc*, 1963, 22: 940 - 943.

[15] 杨福屯. 高寒草甸生态系统定位站自然概况 [A]. 见: 夏武平主编. 高寒草甸生态系统第 1 集 [C]. 兰州: 甘肃人民出版社, 1982. 1 - 8.

[16] 刘季科, 梁杰荣, 周兴民, 李健华. 高寒草甸生态系统定位站地区啮齿动物群落与数量 [A]. 见: 夏武平主编. 高寒草甸生态系统第 1 集 [C]. 兰州: 甘肃人民出版社, 1982. 34 - 43.

[17] 冯祚建, 蔡桂全, 郑昌琳. 西藏哺乳类 [M]. 北京: 科学出版社, 1986. 423.

[18] 李庆芬, 杜继曾, 梁杰荣. 喜马拉雅旱獭的能量代谢初试 [J]. 兽类学报, 1984, **4** (1): 10.

[19] McNab B K. On the ecological significance of Bergman's rule [J]. *Ecology*, 1971, **52** (5): 845 - 854.

[20] Dorrance M J. The annual cycle and population dynamics of Richardson's grond squirrel [D]. Ph. D. Dissertation, Univ. Wisconsin, Madison, 1974. 89.

[21] Kenagy G J, Barnes B M. Seasonal reproductive patterns in four coexisting rodent species from the Cascade Mountains, Washington [J]. *J Mamm*, 1988, 69: 274 - 292.

[22] Morton M L, Sherman P W. Effects of a spring snowstorm on behavior, reproduction, and survival of Belding's ground squirrels [J]. *Can J Zool*, 1978, 56: 2578 - 2590.

[23] Murie J O, Boag D A. The relationship of body weight to overwinter survival in Columbia ground squirrels [J]. *J Mamm*, 1984, 65: 688 - 690.

[24] 萧运峰, 梁杰荣, 乐炎舟, 谢文忠. 木格滩地区中华鼢鼠的分布及其对草场植被的影响 [J]. 兽类学报, 1981, **1** (1): 57 - 66.

[25] 苏建平. 高原鼢鼠的挖掘取食活动的能量代价及其最佳挖掘取食行为 [J]. 兽类学报, 1992, **12** (2): 117

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

- 125.
[26] Thauer R V. Der mechanismus der warmeregulation [J]. *Ergebn Phsiol*, 1939, 41: 607.
[27] 宗浩, 夏武平, 孙德兴. 一次大雪对鼠类数量的影响 [J]. 高原生物学集刊, 1986, 5: 85 - 90.

OVERWINTER OF SMALL HERBIVOROUS MAMMALS INHABITING ALPINE AREA

SU Jianping
(*Northwest Plateau Institute of Biology, the Chinese Academy of Science, Xining*, 810001)
LIU Jike
(*College of Life Science, Zhejiang University, Hangzhou*, 310027)

Abstract: Discussed the wintering strategies of small herbivorous mammals inhabiting alpine area based on the data collected by the authors during 1985～1998, in the region of the Research Station of Alpine Meadow Ecosystem, Acedemia Sinica. Observations were concentrated on the five most common species: Himalayan marmot (*Marmota himalayana*), plateau pika (*Ochotona curzoniae*), Gansu pika (*O. cansus*), root vole (*Microtus oeconomus*), and plateau zokor (*Myospalax baileyi*).

Three main strategies to overwinter adopted by the species were found. Himalayan marmot was the only hibernator. So it needed not to storage food for winter and had a winter sleep from late September to the next middle April. Plateau zokor was the only subterranean rodent in non-hibernators. It usually started to store food individually for winter at the middle of September when juveniles was able to leave their mother to live separately. This activity ended in late October or early November when soils were frozen and food collection by burrowing was impossible. Root voles began to establish their food storage in late September. They stored their winter foods in underground storerooms dug before, so they could avoid the extreme cold exposure while using the foods. Gansu pikas exhibited haying behavior in late September. They harvested plants and cached them above ground at places with distance less than 1 meter from their burrow openings. Both root vole and gansu pika worked in herd when storing winter food. Plateau pika was found never to store food for winter.

Why did small herbivorous mammals in the alpine area adopt different wintering strategies? There are four reasons. First, high risk of predation might prevent small mammals from hibernating. Second, because fat deposits correlate to survival during hibernation and during post-hibernation activity that occurs before new food become available in the environment, too small species could not adopt hibernation with the limitation of fat deposits in body. These two factors could explain why Himalayan marmot was the only hibernator. Third, lifestyle and physical conditions in environment could determine animals how to overwinter. For instance, plateau zokor is a non-hibernating subterranean rodent, it lives on the underground parts of plants. If it dose not store enough food for winter, it will die from starvation because foraging by burrowing in frozen soils is impossible. Fourth, animal's tolerance to cold, correlated to body size, determines it's cold exposure limitations and thus it's way to overwinter. This can be used to explain the differences of wintering strategies adopted by plateau pika, Gansu pika and root vole.

It can be concluded that wintering strategies of animals shaped in the long process of evolution and should be optimalized by nature selection. One can understand the profound evolution of animals by comparing their different ways to overwinter.

Key words: Small herbivorous mammals; Overwinter strategy

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net