

大仓鼠和黄胸鼠的肺皮蒸发失水 及其和地理分布的关系

蔡正纬* 黄文儿

(复旦大学生物学系)

栖息于荒漠环境的哺乳动物,往往具有非凡的节水能力例如:更格卢鼠科(Heteromyidae),仓鼠科(Cricetidae)、跳鼠科(Dipodidae)和鼠科(Muridae)的许多种类能不饮水。仅食取干燥的植物种子,依靠有限的预成水(preformed water)和代谢水在荒漠于热的环境中,保持水平衡而长期存活(Vaughan, 1978)。五十年代至七十年代以来, Schmidt-Nielsen(1950、1952、1964)和 MacMillen(1967、1969、1970、1972、1975)等许多国外学者,对上述荒漠啮齿类曾作了大量的研究,发现它们对于荒漠的干旱炎热环境在形态、生理、生态和行为方面有一系列相似的适应特征。节约肺皮蒸发失水就是这些适应特征之一。肺皮蒸发失水是哺乳动物水分代谢中重要的失水途径(Chew, 1965),根据现有资料上述荒漠啮齿类中除少数鼠科种类的蒸发失水率不同作者报道的结果有较大出入外(Daily, 1981; Shkolnik, 1969),大多数种类在这方面的节水能力比非荒漠种类强。

然而以往关于啮齿动物节水能力的研究对象,主要限于栖息在极为干旱炎热的沙漠环境中的种类,对于生活在中湿(mesic)条件下的种类的水代谢比较研究只有为数不多的报道。

(奚家星等, 1973; Blackwell等, 1979; Chew, 1951; Deavess, 1979; Getz, 1963、1968a)。Blackwell和Pivorun(1979)认为这类动物在水平衡方面的差异可能正反映着微妙的生理和生态的特化。

大仓鼠(*Cricetulus triton* De Winton)和黄胸鼠(*Rattus flavipectus* Milne-Edwards)主要分布在我国,是两种生活于中湿条件的鼠类。对于它们的水分代谢,特别是肺皮蒸发失水的比较研究尚无报道。这二种鼠在我国境内的分布区除少部分有重叠外基本上有明显的区别。大仓鼠主要分布在长江以北,一般认为长江对它朝南分布有阻限作用(黄文儿等, 1966)。黄胸鼠主要分布在南方,一般认为低温条件阻碍着它朝北分布(黄文儿等, 1981)。至于它们的分布和水分代谢的关系如何尚未见有报道。本工作试图比较这二种生活于中湿条件的鼠类节约肺皮蒸发失水的能力,并通过测定肾髓部相对厚度,估计它们节约尿失水的能力,进而探讨它们节水能力的差异和地理分布之间的关系。

一、材料和方法

1. 实验动物 大仓鼠取自江苏省泰兴县,测肺皮蒸发失水(EWL)的鼠10雄6雌,取于1980年9月至10月,平均体重55.3克。测肾髓部相对厚度(RMT)的鼠3雌,取于1981年4月。

* 现在工作单位:上海水产学院养殖系。

黄胸鼠取自上海市区,测 EWL 的鼠 7 雄 2 雌,取于 1980 年 8 月至 9 月中旬,平均体重 83.3 克。测 RMT 的鼠 1 雄 2 雌,取于 1981 年 5 月月。

泰兴县和上海地区的年平均降雨量分别为 880 毫米* 和 1,100 毫米** 左右。

所有实验动物的雌性个体均非怀孕和哺乳个体。实验动物自捕获后单独饲养于笼内,饲以含水 7% 的规格化干饲料,另供给充足的饮水,至少适应一星期后开始实验。实验前 12 小时断水断食。

2. 肺皮蒸发失水 采用开放式气流装置。由抽气泵造成一定负压,使空气先通过流量计,再经过三个装有无水氯化钙的 U 型管吸水干燥后进入呼吸室。实验动物关在小笼内以限制活动,小笼置于呼吸室内的网架上,动物排出的粪尿可由网孔漏下。呼吸室底部装有 1.5 厘米深的石蜡油,可防止尿粪蒸发影响实验结果。混有动物肺皮蒸发失水的空气自呼吸室通出后由二个装有无水氯化钙的 U 型收集管收集。呼吸室内的温度由水浴来调节。实验动物称重(精确到 0.1 克)后放入呼吸室,先不接收集管,抽气泵直接连呼吸室,以 1 升/分的流速通气 20 分钟,使动物在呼吸室内得到适应,保持安静并能将放入动物时所混入的潮湿空气成分驱除。然后接通收集管开始正式测定。气流速度为 750 毫升/分测定时间为半小时。用分析天平称量收集管的重量(精确到 0.4 毫克),收集管实验前后的重量差即为动物的肺皮蒸发失水量,第二收集管实验前后的重量变化不大于 2 毫克。空白试验证明进入呼吸室的空气完全干燥,整个系统不漏气。

除饲养中大仓鼠的逃亡和死之个体外,其它所有个体分别在 5℃、10℃、20℃、30℃ 和 35℃ 环境温度条件下各测定一次。如有尿粪沾于实验装置内或实验动物在正式测定时不能保持安静状态则结果作废。实际测定 113 次,其中有效测定 103 次。

3. 鼠腔构造的比较 小型哺乳动物鼻腔内的逆流热交换对于节约呼吸失水和失热有重要作用。环境温度越低,这种效应的作用越显著,同时,节水效率与动物鼻腔本身的结构有密切关系。一般来说,鼻甲骨之间的距离近,鼻甲骨的总面积大,则节水效率较高 (Schmidt-Nielsen 等, 1970), 为了探讨两种鼠类的肺皮蒸发失水,以不同速率随环境温度升降而增减的原因,比较了两种鼠的鼻腔构造。方法如下:

将头骨剔制后,测量鼻腔的绝对长度(门齿前缘至腭骨后缘距离和鼻腔指数(鼻腔长/颅全长)。将头骨在腭孔后、白齿前作与头骨纵轴垂直的横切,摄影放大后测量鼻甲骨之间的平均距离和截面上鼻甲骨的总长度。

4. 断水试验 将实验动物(各 8 只)分别饲养在室内(室温 5°—10℃,相对湿度 56—84%)。给予棉花和稻草等作巢物品,不给饮水,仅饲以含水 7% 的干饲料。每天二次记录动物体重(精确到 0.1 克)直至死之。分别计算两种鼠类的平均存活天数及体重下降占初重百分比的平均数。

5. 肾髓部相对厚度(RMT) 参照 Bakko(1977)的方法,用乙醚使动物麻醉致死,取出双侧肾脏,浸入 5% 福尔马林固定。用卡尺分别量取肾厚(T)、高(H)、长(L), (精确到 0.02 毫米)。再用刀片作肾正中矢切,暴露髓部最大面积,量取皮质与髓质交界处至肾乳头顶端的距离即为髓厚(r)。用下列公式计算 $RMT = 10r \times (T \times L \times H)^{-0.33}$ 。

肺皮蒸发失水的数据处理采用协方差分析,比较调正平均数的方法(孙儒泳, 1976; 杨纪轲等, 1963)。其它平均数的比较用 t 试验法。取 $P \leq 0.05$ 作为显著性水平。根据文献报

道, 啮齿类的肺皮蒸发失水 (不包括唾液蒸发) 无明显性别差异 (Getz, 1963; Hainsworth, 1968, 本工作中曾将 30℃ 时大仓鼠 10 雄 6 雌的数据分别处理, 得出肺皮蒸发失水率的调正平均数, 雄体为 3.467 毫克水/克体重/小时, 雌体为 3.647 ($F=0.42$, $p>0.1$) 可以认为无显著差异, 故不同性别个体的数据合并处理。

二、结 果

1. 肺皮蒸发失水率 (以下简称蒸发率) 和动物体重的关系

二种鼠类的蒸发率 (毫克水/克体重/小时为单位) (以下省略) 均与体重 (克为单位) 呈负指数相关, 即蒸发率的对数随体重对数的增加而直线减少。蒸发率的对数和体重对数之间的相关系数, 在各温度条件下都有很高的显著性水平。蒸发率的对数在体重对数上的回归是一直线, 回归方程可用 $Y=a-bX$ 来表示, 其中 Y 是蒸发率的对数, X 是体重的对数, a 和 b 对同种鼠, 同一环境温度来说为常数。各温度条件下的实验结果散点图, 相关系数和回归线回归方程如图 1—5 以及表 1 所示。图中 ······ 表示黄胸鼠 ·——· 表示大仓鼠。

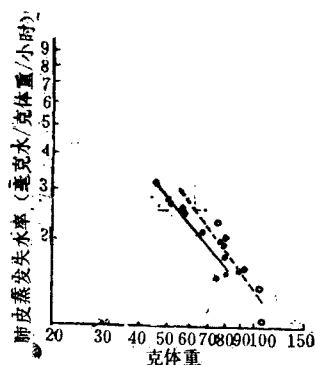


图 1 5℃ 时二种鼠类的肺皮蒸发失水率在体重上的回归 (双对数座标)

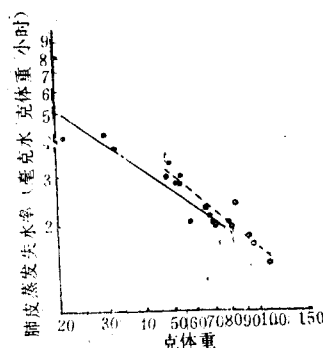


图 2 10℃ 时二种鼠类的肺皮蒸发失水率在体重上的回归 (双对数座标)

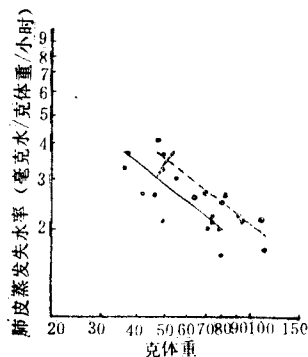


图 3 20℃ 时二种鼠类的肺皮蒸发失水率在体重上的回归 (双对数座标)

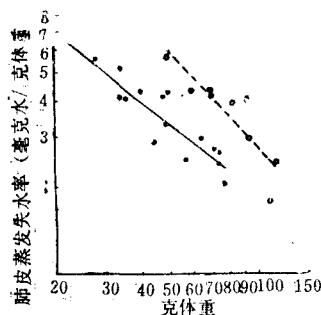


图 4 30℃ 时二种鼠类的肺皮蒸发失水率在体重上的回归 (双对数座标)

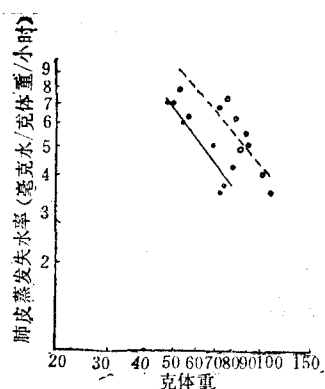


图 5 35℃时二种鼠类的肺皮蒸发失水率在体重上的回归 (双对数座标)

表 1 二种鼠类肺皮蒸发失水率的对数在体重对数上的回归

环境温度 ℃	种 类 (只数)	相 关 系 数 r	回 归 方 程 $Y=a-bX$
35	大 仓 鼠 (8)	-0.9161*	$3.0377-1.2924X$
	黄 胸 鼠 (9)	-0.8896*	$2.9037-1.1280X$
30	大 仓 鼠 (16)	-0.9115**	$1.9002-0.8115X$
	黄 胸 鼠 (9)	-0.8467*	$2.5961-1.0761X$
20	大 仓 鼠 (13)	-0.8546**	$1.8015-0.7902X$
	黄 胸 鼠 (9)	-0.9261**	$1.8459-0.7631X$
10	大 仓 鼠 (13)	-0.9151**	$1.6472-0.7176X$
	黄 胸 鼠 (9)	-0.9436**	$1.9138-0.8471X$
5	大 仓 鼠 (8)	-0.9514**	$2.5422-1.2316X$
	黄 胸 鼠 (9)	-0.9132**	$2.7623-1.3178X$

* $P < 0.01$ ** $P < 0.001$

2. 蒸发率与环境温度

由于体重对蒸发率有明显影响, 而本实验中二种鼠类的平均体重不同, 即使同种鼠在不同实验时间的平均体重也有变化, 所以它们蒸发率的普通平均数不能完全反映种间的差别。为了进行比较, 必须使二种鼠具有相同的平均体重。采用协方差分析的方法对消除体重影响有较好的效果 (奚家星等, 1973)。本工作用该法将二种鼠类的平均体重在理论上都调正到 63.9 克, 在此基础上进行比较讨论。结果如表 2 所示:

二种鼠类的蒸发率都随环境温度上升而增加。在 35℃ 时均有一个剧烈的上升, 这种现象与进入过热区有关。35℃ 条件已进入了二种鼠类的过热区 (盛和林等, 1963)。在过热区内动物的代谢率大大增加, 同时皮肤对水汽通过的阻力大大减少 (Chew, 1965; Hart, 1971), 因此蒸发率就突然升高了。此外在 35℃ 条件下, 黄胸鼠大量分泌唾液, 将腹部完全涂湿。大仓鼠虽无分泌唾液现象, 但四肢和尾部皮肤发红充血, 雄体睾丸向外极度突出, 四肢尽量伸展, 这些现象可能都与蒸发率猛增有关。

表 2 二种鼠类肺皮蒸发失水的调整平均数

种 类	肺皮蒸发失水率的调整平均值 (毫克水/克体重/小时)					
	调整体重	5℃	10℃	20℃	30℃	35℃
大仓鼠	63.9	2.116	2.163	2.339	2.669	5.119
黄胸鼠	63.9	2.157	2.440	3.009	4.331	6.993
t 值		0.281	1.887	4.031*	7.710*	4.618*

* $P < 0.001$

在 5—30℃ 范围内, 蒸发率与环境温度间有显著的相关性, 蒸发率随环境温度上升呈指数式增长, 即蒸发率的对数在环境温度上的回归是一直线 (见图 6)。对大仓鼠而言, 相关系数 $r = 0.982^*$ ($r_{0.05} = 0.950$) 回归方程是 $Y = 0.2989 + 0.004021X$ 或 $E = 1.999 \times (1.01)^{T_a}$, Y 为蒸发率 E 的对数, X 即环境温度 T_a 。对黄胸鼠而言, 相关系数 $r = 0.992^{**}$ ($r_{0.01} = 0.990$) 回归方程为 $Y = 0.2672 + 0.01178X$ 或 $E = 1.850 \times (1.028)^{T_a}$ 。这二个回归方程的斜率分别为 0.00402 和 0.01178, 有显著差异 ($F = 41.7$), $P < 0.001$ 。

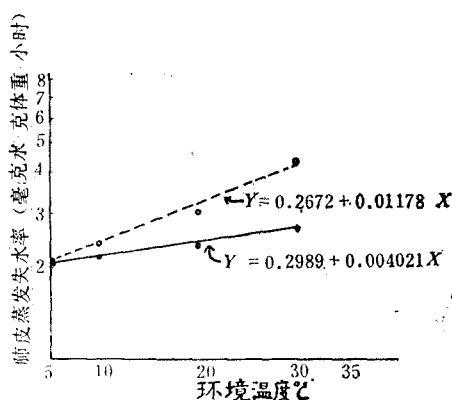


图 6 各温度条件下: 二种鼠类的肺皮蒸发失水率的调整平均值及 5—30℃ 时蒸发率与环境温度上的回归。符号同前 (半对数座标)

3. 鼻腔构造的比较

两种鼠类鼻腔截面如图 7 图 8 所示。鼻甲骨的形状结构虽略有差别, 但基本仍相似, 总长度都为 3 厘米。鼻甲骨之间的平均距离大仓鼠为 0.29 ± 0.020 毫米, 黄胸鼠为 0.33 ± 0.024 毫米, 差异不显著。($t = 1.55$, $P > 0.1$) 但两种鼠的鼻腔长度和鼻腔指数有显著差异 (表 3)。由于横截面上鼻甲骨总长相似, 黄胸鼠的鼻腔相对较长, 因此可以认为用于热交换的总面积较大, 节水效率则较高。

4. 二种鼠类蒸发率的比较

各温度条件下, 黄胸鼠的蒸发率都比大仓鼠高 (表 2)。这一点我们从图 1—5 中也能看到, 黄胸鼠蒸发率在体重上的回归线始终处在大仓鼠回归线的上方。二种鼠类蒸发率的差异在温度升高时 20°—35℃) 尤为显著 ($P < 0.001$)。



表 3 二种鼠类鼻腔构造的比较

种类 (只数)	鼻 腔 长 (平均值±标准误)厘米	鼻 腔 指 数 (平均值±标准误)
大 仓 鼠 (14)	1.593±0.0343	0.4991±0.001843
黄 胸 鼠 (9)	2.091±0.0431	0.5578±0.001859
t 值	9.06*	21.38

* $p < 0.001$

按 Chew (1965) 的经验公式 $I_w = 2.58wt^{0.826}$ (I_w 为蒸发失水, 单位为毫升水/小时, wt 为体重, 单位公斤) 计算, 体重 63.9 克的哺乳动物在 25—28℃ 条件下, 蒸发率为 4.131。如不计环境温度的些微差别, 本工作中, 30℃ 时黄胸鼠的蒸发率略高于预期值, 大仓鼠的蒸发率仅为预期值的 64%。由于黄胸鼠的蒸发率较高, 因此在高温条件下蒸发失水量远较大仓鼠多, 必须有较多的外源水才能补偿这部分失水。

5. 对断水的反应

断水试验的结果如图 9 所示。在无饮水只吃干燥食物的条件下, 二种鼠都不能长期存活, 但对断水的反应仍有不同之处。大仓鼠存活天数范围为 4.5—15.5 天, 平均 10.5 ± 1.1 天, 黄胸鼠存活 2.5—9 天, 平均 6.4 ± 0.8 天。二种鼠的平均存活天数有显著差异 ($t = 2.97$,

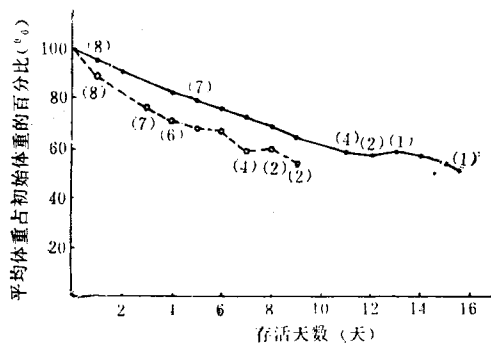


图 9 二种鼠类断水后的体重变化和存活天数。括号内为存活个体数 (符号同前图)

$P < 0.025$)。黄胸鼠死之时的体重平均为初重的62%, 平均每天下降5.9%, 大仓鼠死之时的体重平均为初重的56%, 平均每天下降4.2%。

在限制饮水条件下, 动物保持体重的能力是比较哺乳动物需水量的有效基础 (Willems 等, 1975)。根据上述结果, 可以为黄胸鼠对饮水有较高的要求, 对断水有较强烈的反应。

6. 肾脏部相对厚度 (RMT) 和二种鼠节约尿失水的能力

大仓鼠的 $RMT_G = 6.2 \pm 0.3$ ($N = 6$), 黄胸鼠的 $RMT_H = 5.1 \pm 0.1$ ($N = 6$)。由于 RMT 值反映了肾脏逆流倍增系统的长度 (Chew, 1951), 在抗利尿素存在的情况下, 这一系统越长, 肾脏浓缩尿液的能力亦越强。哺乳动物尿液所能达到的最大浓度与肾脏 RMT 值是正相关的 (Schmidt-Nielsen 等, 1961)。如果按 Lindstedt 使用的试验公式尿渗透压 = $580RMT - 39$ 来估计, 大仓鼠和黄胸鼠的最大尿浓度分别可达 3.6 和 2.9 渗透压克分子/升。这二个浓度比沙漠啮齿类尿渗透压的最高纪录 (MacMillen, 1967, 1969) 要低得多, 但由于大仓鼠的最大尿浓度比黄胸鼠大, 故在排泄一定量的代谢产物时, 大仓鼠的尿失水可以比黄胸鼠少, 所以我们认为大仓鼠节约尿失水的能力比黄胸鼠强。

三、讨 论

1. 蒸发失水与环境温度

Schmidt-Nielsen 曾认为小型哺乳动物不用水分进行体温调节 (Schmidt-Nielsen, 1952, 1964)。但除少数作者曾报道某些鼠类的蒸发量随环境温度下降略有上升外 (Deavers 等, 1979; Kirmiz, 1962), 大多数文献报道证明啮齿动物的蒸发量随环境温度上升而增加 (奚家星等, 1973; Blackwell 等, 1979; Chew, 1951; Cetz, 1962; Hainsworth, 1968; Hudson 等, 1973; Raab 等, 1972; Scekza 等, 1975) 还有不少种类在高温下分泌唾液, 蒸发冷却对体温调节的效果就更显著 (Hainsworth, 1968; Hart, 1971; Hudson 等, 1973)。本实验中虽然没有直接测量动物体温, 但是二种鼠类在高温条件下不同的行为反应仍可说明蒸发失水与体温调节有关。随环境温度升高, 大仓鼠逐渐反应迟钝, 35°C 时双目紧闭, 有如蛰眠一般, 这是体温过热的明显表现。黄胸鼠在高温条件下分泌大量唾液, 蒸发率比大仓鼠高得多, 散热效果明显, 行为反应同其他温度条件下相似, 说明体温即使过热也不会太高。所以不同种类增加蒸发所能散发的热占代谢产热的百分比虽然有所不同 (Hart, 1971), 但总的来说, 啮齿动物的水份代谢仍与体温调节有一定关系。

某些啮齿动物单位耗氧的蒸发失水率 (毫克水/毫升氧) 随环境温度上升呈指数式增加的关系在文献中已有不少报道 (Hinds, 1977; Hudson 等, 1966; Lindstedt, 1980; MacMillen 等, 1975)。也有人报道鼠类单位体重的蒸发失水率 (毫克水/克体重/小时) 随环境温度直线上升。但如本实验的结果: 二种鼠类单位体重的蒸发率随环境温度上升呈指数式增加的关系尚未见有报道。

在结果部分我们曾提到黄胸鼠和大仓鼠蒸发率的对数在环境温度上的回归方程斜率有显著差异 (见图 6), 说明黄胸鼠能以较大的幅度调节蒸发率随环境温度升降而增减。对于其中涉及的机制, 我们作了一些初步探讨, 发现有二个可能的原因: (1) 黄胸鼠的尾较长 (等于或超过体长) 且几裸露, 对调节皮肤失水比较有效。皮肤的扩散失水取决于皮肤水汽压与紧贴于皮肤的一层空气的水汽压之差 (Chew, 1965; Bdney 等, 1976)。皮肤水汽压一般以

皮肤温度下的饱和水汽压来表示。鼠类裸露尾部的血流量和皮肤温度随环境温度升高会有明显的增加 (Grant, 1963; Hart, 1971)。从而使决定皮肤扩散失水的水汽压差增大。因此黄胸鼠长而几乎裸露的尾部不仅提供了较大的扩散面, 而且有可能有效地控制蒸发率随环境温度升降而明显增减。大仓鼠的尾短(约体长一半)而且有毛, 有毛部分的皮肤温度在环境温度改变时变化常不明显 (Chew, 1965), 因此它的蒸发率随环境温度升降的变化就不大。(2) 黄胸鼠的鼻腔节水效率较高(见结果 3) 因此随环境温度升降, 呼吸失水增减的幅度比较大。

以上探讨仅仅是推测性的, 有待于今后进一步研究。

2. 二种鼠类不同的蒸发率是和它们的栖息环境、生活习性相适应的

在实验温度条件下, 黄胸鼠的蒸发率高于大仓鼠(表 2) 特别在高温条件下差异尤为显著, 这种特点和二种鼠类的栖息环境、生活习性有密切关系。

黄胸鼠是家鼠, 一般多在夜间活动, 但白天也时常出没于僻静之处。喜居建筑物上层、屋顶、天花板等均为其经常活动的场所(黄文儿等, 1981)。在这样的栖息环境中夏天白昼常会遇到高温的威胁。蒸发较多的水分, 特别是高温下分泌唾液增强蒸发冷却的效果有利于体温调节。黄胸鼠具有较高的蒸发率是对生活环境的一种适应。

大仓鼠是夜间活动的半穴居种类, 主要以植物种子为食, 有贮粮习性。季节变化对其活动规律影响较大, 冬季几乎大部分时间藏身于洞中, 天气转暖才逐渐频繁活动。MacMillen 等认为昼间穴居、夜间活动的种类, 往往具有较低的蒸发率 (MacMillen 等, 1970; Willems 等, 1975)。由于洞穴内温度恒定, 湿度接近饱和, 夜间的地面温度比白天低得多, 因此这些种类很少遇到高温低温的威胁, 不需大量的水分调节体温。即使夏季白昼调温升高, 但由于洞内湿度太大很难达到蒸发冷却的目的, 这些种类往往以忍受一定程度的过热来适应环境 (MacMillen 等, 1970)。我们认为用这一观点来解释大仓鼠的低蒸发率是比较合理的。由于大仓鼠节约蒸发失水的能力相对较强, 在这方面对外源水的需要量相对减少, 这一特点有利于它在较干旱的地区维持水平衡。

3. 二种鼠类节水能力和地理分布的关系

动物分布区的地理位置范围和大小既反映了动物分布历史变迁至现阶段的结果又反映了动物对现代自然条件的适应。大仓鼠和黄胸鼠不同的地理分布状况在一定程度上反映了它们不同的节水能力对不同地区水分条件的适应。

根据现有资料黄胸鼠主要分布于我国南方。最北见于江苏徐州、陕西省西安及陕南地区和黄河以北的河南济源。最北分布界线可以说大约在北纬35度左右(黄文儿等, 1981)。这一界线和我国 1 月份零度等温线基本吻合, 较低的温度条件对它的分布区朝北扩大显然有局限作用(黄文儿等, 1966)。然而黄胸鼠分布区的北界同时又和我国年降雨 800 毫米等降雨线基本吻合, 并且伴随着降雨量由南到北递减黄胸鼠数量逐步减少(黄文儿等, 1981)。这种现象说明黄胸鼠的地理分布似与水分条件有密切关系。黄胸鼠节约蒸发失水和尿失水的能力较弱, 必须获得充分的外源水才能维持水平衡。虽然它是家鼠, 可以从人类生活用水中取得水分, 不需完全依赖于降雨, 然而降雨是一个地区最主要的水分条件之一, 除雨减少不仅影响到自然水体的水源及植被状况, 而且也影响到人类本身的生活用水。我国北方地区, 人类居住环境显然比南方地区干旱, 黄胸鼠获得水分的机会相应少得多。此外降雨少的地区往往气候干燥、相对湿度低、蒸发力大, 不仅使食物含水减少, 还会使鼠类蒸发失水增加

(Lasiewski 等, 1966), 不利于黄胸鼠维持水平衡。因此我们认为黄胸鼠基本分布于 800 毫米等降雨线以南的状况, 说明水份条件对限制黄胸鼠分布区朝北扩大也有重要作用。

根据断水实验的结果说明大仓鼠难以生活于极端缺水的环境, 但由于它的节水能力比黄胸鼠强, 同时它的储粮习性可使它获得较多的预成水, 因此可以适应比黄胸鼠分布区更为干旱的条件。目前大仓鼠广泛分布于山东、山西、河北、河南、陕西、甘肃、黑龙江和内蒙古自治区东部(寿振黄, 1962) 这些地区基本处于 500—800 毫米等降雨线(图 10) 范围内, 这种分布状况是和它的节水能力相适应的。但这只是问题的一个方面, 另一方面是除安徽歙县外, 长江以南尚未见有大仓鼠分布的报道(黄文几等, 1978), 除了和长江阻碍有关外(黄文几等, 1966), 这种状况和半穴居的大仓鼠对栖息地的土质有一定要求关系密切。上述大仓鼠分布区内绝大部分地区的土质砂土或壤土, 分别含砂粒(粒径 1—0.05 毫米) 或粗粉粒(粒径 0.05—0.01 毫米) 50% 以上, 粘粒(粒径小于 0.005 毫米) 含量少于 30%^{*}。这种土壤疏松通气, 透水性强, 易于大仓鼠掘土和穴居的生活方式。同时这种土壤适于种植花生、薯类等作物, 这些植物都是大仓鼠喜吃和易贮藏的食物。长江以南主要为水稻土和红壤系列土, 就水稻土而言, 一年中有相当时期积水, 显然不利于掘土营洞。而红壤系列土质大多为粘土, 粗粉粒含量仅 17—18%, 粘粒含量却在 30% 以上^{*}。这种土壤粘性大, 通气透水性能差, 加上南方雨量充沛。不利于大仓鼠掘土营洞, 因此对大仓鼠的分布也有很大的阻碍作用。

四、小 结

1. 同种内个体间, 蒸发率与动物体重呈负指数相关。

2. 在 5°—30℃ 环境温度范围内, 黄胸鼠和大仓鼠的蒸发率随温度上升呈指数式增加, 黄胸鼠蒸发率增加的速率比大仓鼠高。在 20°—35℃ 条件下, 黄胸鼠的蒸发率显著地比大仓鼠高。30℃ 时黄胸鼠的蒸发率稍大于预期值, 大仓鼠仅预期值的 64%。这是和它们的形态特征、生活习性相适应的。

3. 在断水条件下, 二种鼠都不能长期存活, 但大仓鼠平均存活天数比黄胸鼠多, 体重下降比黄胸鼠慢。大仓鼠和黄胸鼠的 RMT 值分别为 6.2 和 5.1, 估计大仓鼠节约尿失水的能力比黄胸鼠强。

二种鼠类的地理分布状况除了和温度、土壤、河流阻隔有关外, 与它们节水能力的差异也有一定关系。

参 考 文 献

- 孙儒泳 1976 协方差分析和调整平均数在生物学研究中的应用。北京师范大学学报 1976 (2—3): 62—76。
寿振黄主编 1962 中国经济动物志: 兽类。科学出版社。
盛和林等 1963 皖南陆生哺乳动物的区系组成及其经济意义。华东师大学报: 1: 93—99。
黄文几、余自忠 1981 黄胸鼠云南省流行病防治研究所资料选编。
黄文几、温业新等 1966 江苏省哺乳动物区系的分布和地理区划。复旦学报 11 (1): 77—92。
——— 1978 安徽省哺乳动物的调查和地理区划。复旦学报自然科学版 1: 86—104。
奚家星、孙儒泳 1973 褐家鼠和社鼠肺皮蒸发失水量的初步比较。动物学报 19 (3): 272—282。
杨纪柯、汪安琦译 1963 斯奎迪格 G. M. 1959 应用于农学和生物学实验的数理统计方法。科学出版社
Bakko, E. B. 1977 Field water balance performance in prairie dogs. (Cynomys leucurus and C. ludovicianus).
Comp. Biochem. Physiol. 56(A): 443—451.

^{*} 根据《中国土壤》1978 科学出版社。

- Blackwell, T. L. and Pivorun, E. B. 1979 Influence of temperature on the water balance of three parapatric species of *Peromyscus*. *J. Mamm.* 60(1):70—75.
- Chew, R. M. 1951 The water exchange of small mammals. *Ecol. Monographs* 21:215—225.
- 1965 Water metabolism of mammals. In "Physiological Mammalogy" Vol. 2, edited by W. Mayer and R. Van Gelder.
- Daily, C. S. and Haines, H. B. 1931 Evaporative water loss and water turnover in chronically and acutely water-restricted spiny mice. (*Acomys cahirinus*) *Comp. Biochem. Physiol.* 68A:349—354.
- Deavers, D. R. and Hudson, J. W. 1979 Water metabolism and estimated field water budgets in two rodents (*Clethrionomys gapperi* and *Peromyscus leucopus*) and an insectivore (*Blarina brevicauda*) inhabiting the same mesic environment. *Physiol. Zool.* 52(2):137—149.
- Edney, E. B. and Nagy, K. A. 1976 Water balance and excretion. In "Environmental Physiology of Animals" pp. 106—150, Bligh, J. (ed). Blackwell, Sci. Pub. Oxford London.
- Getz, L. L. 1962 Notes on the water balance of the redback vole. *Ecology* 43:565—566.
- 1963 A comparison of the water balance of the prairie and meadow voles. *Ecology* 44:202—207.
- 1963a Influence of water balance and microclimate on the local distribution of the redback vole and white-footed mouse. *Ecology* 49:276—236.
- 1963b Relationship between ambient temperature and respiratory water loss of small mammals. *Comp. Biochem. Physiol.* 24:335—342.
- Grant, R. T. 1963 Vasodilatation and body warming in the rat. *J. Physiol.* 167:331—317.
- Hains, H. and Shield, C. F. 1971 Reduced evaporation in house mice (*Mus musculus*) acclimated to water restriction. *Comp. Biochem. Physiol.* 39:53—61.
- Hainsworth, F. R. 1968 Evaporative water loss from rats in the heat. *Am. J. Physiol.* 214:979—982.
- Hart, J. S. 1971 In "Comparative Physiology of Thermoregulation", Vol. 2, Mammals, Chap. 1. Rodents., edited by G. C. Whittow, New York, Acad. Press.
- Hinds, D. S. 1977 Acclimatization of thermoregulation in desert-inhabiting jacker rabbits (*Lepus alleni* and *L. californicus*). *Ecology* 58(2):246—266.
- Hudson, J. W. and Deavers, D. R. 1973 Metabolism, pulmocutaneous water loss and respiration of eight species of ground squirrels from different environments. *Comp. Biochem. Physiol.* 45A: 69—100.
- Hudson, J. W. and Rummel, J. A. 1966 Water metabolism and temperature regulation of the primitive *Heteromyids*, *Liomys salvani* and *L. irroratus*. *Ecology* 47(3):345—354.
- Kirmiz, J. P. 1962 Adaptation to desert environment. London, Butterworths.
- Lasiewski, R. C. *et al* 1966
- Evaporative water loss in birds. I. characteristics of the open flow method of determination and their relation to estimates of the thermoregulatory ability. *Comp. Biochem. Physiol.* 19:445—457.
- Lindstedt, S. L. 1930 Energetics and water economy of the smallest desert mammal. *Physiol. Zool.* 53(1):82—97.
- MacMillen, R. E. 1967 Australian desert mice: independence of exogenous water. *Science*. 158: 383—385.
- 1972 Water economy of nocturnal desert rodents. in "Comparative Physiology of Desert Animals". Symp. Zool. Soc. London Academic Press New York.
- MacMillen, R. E. and Christopher, E. A. 1975 The water relation of two population of noncaptive desert rodents. pp.117—137. in "Physiological Ecology of Desert Organism", Hadley (ed).
- MacMillen, R. E. and Lee, A. K. 1969 water metabolism of Australian hopping mice. *Comp. Biochem. Physiol.* 28: 493—514.
- 1970 Energy metabolism and pulmocutaneous water loss of Australian hopping mice. *Comp. Biochem. Physiol.* 36:355—369.
- Raab, J. L. and Schmidt-Nielsen, K. 1972 Effects of running on water balance of kangaroo rat. *Am. J. Physiol.* 222:1230—1235.
- Seckza, J. and Knoll, J. 1975 The rate of oxygen consumption, carbon dioxide production and evaporative water loss in *Dipodomys panamintinus*. *Comp. Biochem. Physiol.* 52A:339—341.
- Schmidt-Nielsen, B. and O'Dell, R. 1961 Structure and concentrating mechanism in the mammalian kidney. *Am. J. Physiol.* 200:1119—1124.
- Schmidt-Nielsen, B. and Schmidt-Nielsen, K. 1950 Pulmonary water loss in desert rodents. *Am. J. Physiol.* 162:31—36.
- Schmidt-Nielsen, K. 1952 Water metabolism of desert mammals. *Physio. Revs.* 32:135—166.
- 1964 Terrestrial animals in dry heat: desert rodents. in "Handbook of Physiology

- Section 4. Adaptation to Environment", Am, Physiology Society, Washington.
- Schmidt-Nielsen, K., Hainsworth, F. R. and Murrish, D. E. 1970 counter-current heat exchange in the respiratory passages: Effect on water and heat balance. *Respirat. Physiol.* 9:263—276.
- Shkolnik, A. and Borut, A. 1969 Temperature and water relation in two species of spiny mice (*Acomys*). *J. Mamm.* 50:245—255.
- Vaughan, A. T. 1978 Water regulation in mammals. in "Mammalogy" Second edition, by W.B. Saunders Co. Philadelphia London Toronto. pp.438—450.
- Willems, N. J. and Armitage, K. B. 1975 Thermoregulation and requirements of the least chipmunk, *Eutamias* in the semiarid and montane populations. I. water balance. *Comp. Biochem. Physiol.* 52A: 109—120

THE PULMOCUTANEOUS WATER LOSS OF THE BUFF-BREASTED RAT AND THE RATLIKE HAMSTER AND ITS RELATIONSHIP WITH THEIR GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION

Cai Zheugwei Huang Wenji
(Biology Department of Fudan University)

A comparison of the ability of conserving evaporative water between two mesic condition inhabitants, namely, the buff-breasted rat (*Rattus flavipectus*) and the ratlike hamster (*Cricetulus triton*) was made.

The pulmocutaneous water losses of the buff-breasted rat and the ratlike hamster were measured respectively at ambient temperatures (T_a) of 5°C, 10°C, 20°C, 30°C and 35°C with the use of an open circuit system. The survival time of the individuals of the two species under water deprivation and the relative medulla thickness of the kidney in the two species were also investigated so as to find out whether the buff-breasted rat or the ratlike hamster was better in adapting to a drier condition. The results are as follows:

1. The evaporation rate expressed as miligram of water per gram of body weight per hour in both species is related negatively with the body weight of the animal tested at different temperatures as mentioned above.

This correlation, therefore, requires us to have similar average body weights of the different species in the comparison of the evaporative water loss.

2. The analysis of covariance and the comparison of the adjusted means of evaporation rate on the basis of theoretically equal body weights show:

- (1) The evaporation rate in both species increases exponentially with the ascent of T_a (from 5°C to 30°C), but it increases more rapidly in the buff-breasted rat with the increasing T_a than in the ratlike hamster.

- (2) The buff-breasted rat evaporates significantly more water than the

ratlike hamster does when T_a is over 20°C . At the T_a of 30°C , the evaporation rate for the former is slightly higher than the value predicted, while that for the latter is only 64% of it. Such a difference may be related to their respective morphological characters and living habits.

3. When deprived of water, no individuals of the two species survived more than 15.5 days. The mean body weight of the buff-breasted rats declined more rapidly than that of the ratlike hamsters. The mean survival time for the buff-breasted rat is 6.4 days while that for the ratlike hamster is 10.5 days.

4. The relative medulla thickness of the kidney of the buff-breasted rat is 5.1 ± 0.1 (Mean $\pm$ SE) VS 6.2 ± 0.3 of the ratlike hamster. This indicates that the maximum urine concentration of the former may be lower than that of the latter.

Hence, it may be suggested that the buff-breasted rat is less capable of conserving evaporative and urinary water than the ratlike hamster.

The different geographical distributions of the two species may be related to their different abilities in water conservation apart from the affects of the ecological factors, namely, temperature, soil and water bodies etc.