

## 目录

<b>Part 0-前言</b>	P2
<b>Part 1-概述</b>	P2
<b>Part 2-肛门腺</b>	P3
一、肛门腺总览	P3
二、贮腺囊	P5
三、皮脂腺	P6
四、臭腺	P7
五、小结	P8
<b>Part 3-分泌液</b>	P8
一、引言	P8
二、针对黄鼬肛门腺分泌物的成分研究	P9
三、鼬属肛门腺分泌物成分对比	P9
四、黄鼬肛门腺分泌液对大仓鼠的行为影响	P11
<b>Part 4-杂谈&amp;后记</b>	P13
一、常见问题解答	P13
二、关于本文参考的论文	P14
三、关于上述论文的作者	P16
<b>Part 5-附录</b>	P17
一、引用论文	P17
二、部分专有名词对照（以作者分组）	P17

## Part 0-前言

黄鼬，民间俗称“黄鼠狼”。黄鼬作为在我国广泛分布的动物，相信绝大多数读者都应该听说过甚至见过它。提起黄鼠狼这个名字，大家可能很快就联想到他“放臭屁”的习性。这一习性想必已然家喻户晓，甚至还可能还是不少人儿时的 XP 启蒙（笑）。然而，对于黄鼬的这一习性，我想大多数人可能都是从百科书、网络或是儿时长辈的讲述中了解到的。然而，这些零碎的信息往往不能够很好地满足每个人的好奇心，模糊的信息甚至还会误导读者。我们创作这篇文章的目的，则是希望通过汇总一系列基于实验数据得出的硬核结论，做到科普的同时来尽可能地满足大家特殊的好奇心。同时，我们也希望能让大家藉此更深入地了解黄鼬这一物种，并感受到自然界中鼬科动物这一独特的“魅力”。

阅读前请注意：这篇文章所使用的实验结果、数据等材料，**均非一手数据**。这篇文章缝合了多篇来自中、日两国的论文，由于这些文章时间跨度大，且具有语言差异，本文将尽可能按照我国最新现行规范，将术语进行统一。此外，本文的定位并非正经论文，所以本文没有基于生物学论文的格式进行写作，还请相关专业的读者**千万不要**仿照本文的格式撰写论文...而且笔者并非生物学专业，能力有限，纰漏在所难免，欢迎读者纠错。

本文作者（以字母排序）：

资料采集与指导：Aerodynamics、A.T.Field、avoider ivan

主笔：uhamihz

## Part 1-概述



黄鼬，学名 *Mustela sibirica*，属于鼬总科-鼬科-鼬亚科-鼬属-黄鼬种。主要分布在东亚、东南亚、西伯利亚地区，在世界的其他地区也有少许分布。在几年前，我们所熟知的臭

鼬也属于鼬科，需要说明的是，但现在由于分类方式发生了变化，臭鼬已经不再和黄鼬同属一个科了，而是单独分离出一个“臭鼬科”。现在的鼬科下，还有鼬亚科、獾亚科、水獭亚科等成员。

黄鼬有着娇小且细长的身体，骨架柔软，能够灵活地出入狭小的缝隙；黄鼬遍身棕黄色的毛发，不同的种群之间毛色也具有差别。毛皮可以制成服装等产品，其毛也可制成毛笔，正因如此，黄鼬也曾被大量捕杀。如今在我国部分地区，黄鼬作为已被保护动物而禁止捕猎。

在我国，黄鼬常常以负面形象出现在一些寓言故事之中，为其赋予一系列诸如“偷鸡”、“蛊惑人类（所谓‘上身’）”等莫须有的罪名。然而，根据一系列有关的实验，现已有充分的数据证明黄鼬的主食是鼠类而并非家禽；至于其“蛊惑人类”的能力，恐怕是黄鼬在遇险时释放的臭味导致了闻到的人出现幻觉，自此以讹传讹，一发不可收拾。总而言之，从科学的角度上讲，黄鼬善于捕鼠，能够保护农田不遭受鼠害，是实打实的益兽。值得一提的是，在我国的东北地区，亦有诸多传说故事基于黄鼬创作，为黄鼬赋予某种“神力”，人称“黄仙”。无独有偶，在日本的古代也有许多关于黄鼬的传说。在日本的传说故事中，有“当许多的黄鼬聚集在一起时，就能喷射出火焰”等说法。

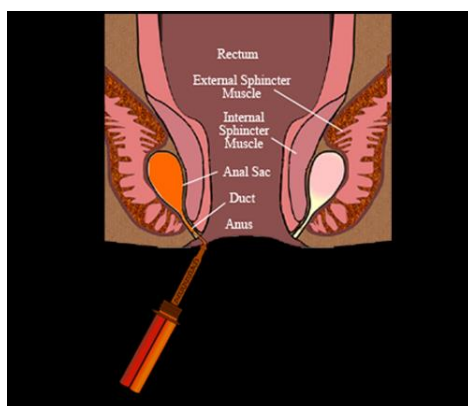
和其他的鼬科成员一样，黄鼬也能够释放臭味作为防身武器，这也是本文重点介绍的部分。接下来，本文将从其分泌腺和分泌液作为主要角度，展开解析黄鼬的这一能力。

## **Part 2-肛门腺**

### **一、肛门腺总览**

众所周知，包括黄鼬在内的鼬科、以及臭鼬科在内，这些以释放臭味作为防身武器的动物，在肛门处都具有两颗分泌臭液的腺体。在各大百科网站中，对于黄鼬、臭鼬等动物的这一能力的描述，大多都是“从位于肛门处的臭腺放出臭气”。然而这句话并不严谨，容

易为读者带来误解。首先，在鼬科及臭鼬科的动物在喷射臭液时，我们能直接看到的形似乳头的腺体，其正确名称应是“**肛门腺**”而非“**臭腺**”。肛门腺的内部，按照功能大体分为三部分：**皮脂腺、臭腺和贮腺囊**<sup>1</sup>；我国的生物学家则更倾向于将其内部结构分为分泌腺和贮腺囊两部分，其中分泌腺是皮脂腺和臭腺的总称<sup>2</sup>。总的来说，肛门腺是上述组织的复杂集合。



黄鼬的两枚肛门腺分布在直肠末端左右两侧，夹在肛门内、外括约肌之间。肛门腺的突起呈乳头状，平时半隐藏在肛门表皮褶皱中，当喷射臭液的时候，会根据实际情况任意改变突起方向。

其肛门腺长直径（纵向测量）平均 0.55cm，短直径（横向测量）平均 0.5cm，最外层由上皮层和淡红色囊状肌肉层覆盖，腺体顶端由细小的肌纤维束附着在坐骨处。腺体大部分都与肛门外括约肌等肌肉相邻，通过肛部肌肉的自由运动，可以实现将分泌液稳定在排泄管方向的位置上，或是通过肌肉收缩，给贮腺囊中的分泌液施加压力，将分泌液喷射出去。

肛门腺表面结构较为简单，表面由疏松的结缔组织构成，其中含有毛细血管和脂肪。黄鼬的肛门腺位于内括约肌和外括约肌之间，其中肛门外括约肌十分发达，也有挤压肛门腺喷射臭液的功能。

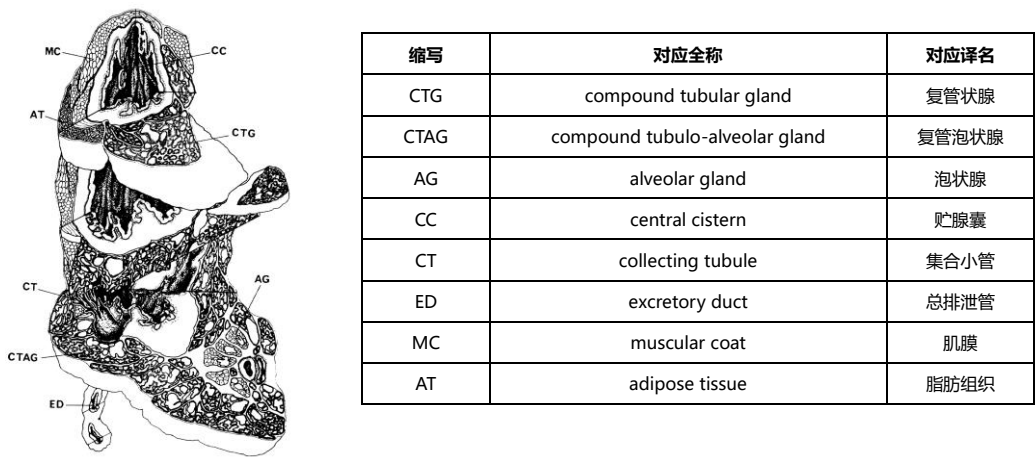
---

<sup>1</sup> 根据 いたちの肛門腺の組織学研究 [日]河野卯三郎（1921）所划分。

<sup>2</sup> 根据 黄鼬肛腺组织形态学研究 王丽萍（1993）所划分。

此外，研究报告中还指出，根据观察肛门腺内的皮脂腺和臭腺的形态特点，可以猜想这两种腺体都是由皮肤分泌腺进化而来。一种是类似皮脂腺中的“游离腺”，而臭腺则可能由汗腺演化而来。这一猜想并非没有根据，因为肛门腺分泌物往往也是同种族之间用于交流的信息素；同时也有相关研究指出，臭鼬在交配时会有意选择肛门腺分泌液更臭的作为交配对象，作为同一总科下的物种，生活习性差别可能不会太大。因此，从进化论和行为生态学的角度出发，这一猜想有着很高的准确性。

下图是将黄鼬的肛门腺纵向解剖后，经观察后绘制而成的。

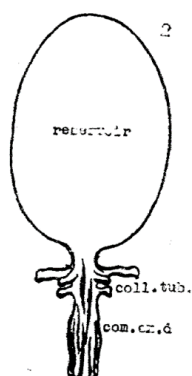


上文提到，肛门腺内部被宏观地分为三部分。为方便介绍，下文将以此分类法为蓝本，逐步展开介绍其内部构成。

二、贮腺囊

贮腺囊其中的一部分由一层白色薄膜组成，这层薄膜质地柔软，韧性很强，其内层被黄色的分泌液充满，这个结构，即为贮腺囊。贮腺囊的外壁呈扁平状，由上皮组织组成，其形态和体表上皮组织基本相同。贮腺囊外壁分布着发达的横纹肌和平滑肌，其中横纹肌能够在需要的时候控制腺体猛烈地收缩挤压，将贮藏于贮腺囊内部的臭液喷射出去；平滑肌则可以协调贮腺囊内臭液的分布。贮腺囊内部空腔较大，能存储大约 8g 臭液（据实验数据估算），过多的臭液会随着粪便一同排出。其内部还分布着较厚的角质层，能够保护自

身组织结构不受到臭液的刺激。贮腺囊基底部有一条长度约为 0.4cm 的细管连接，其另一端开口位于肛门腺突起的前端，这条细管即为总排泄管。



贮腺囊组织结构示意图

如图所示，在总排泄管根部，还有三对较为细短的管，被称为输送管。其中最靠近贮腺囊的一对连接至臭腺，长度约为 0.15cm；另外两对则连接至皮脂腺，长度约为 0.1cm，在末端会略微呈现 X 形交叉状。

贮腺囊内部存储的分泌液呈粥样半流动液体，为了能够更好的从肛门腺乳头状突起中将臭液喷射出去，排泄管壁还有一层网状组织，可以对液体中掺杂的贮腺囊等组织脱落的角质层进行过滤，使实际喷射出的臭液呈现出极透明的<sup>3</sup>金黄色的可流动性液体。像这样的网状组织，在皮脂腺和臭腺的导管中都存在。

对于其分泌液的研究，详见后文。

### 三、皮脂腺

皮脂腺，腺体体积较小，在形态上被归类于“复管泡状腺”<sup>4</sup>。皮脂腺和后文中提到的臭腺，共同组成了肛门腺中最发达且最主要的功能部分。皮脂腺的分泌部由一大一小两种不同的腺细胞组成，细胞核均呈椭圆形，细胞排列紧密，没有腺腔；皮脂腺腺体导管较短，连接其自身的分泌部与贮腺囊。皮脂腺正如其名，主要分泌脂肪性的液体，液体形态上呈

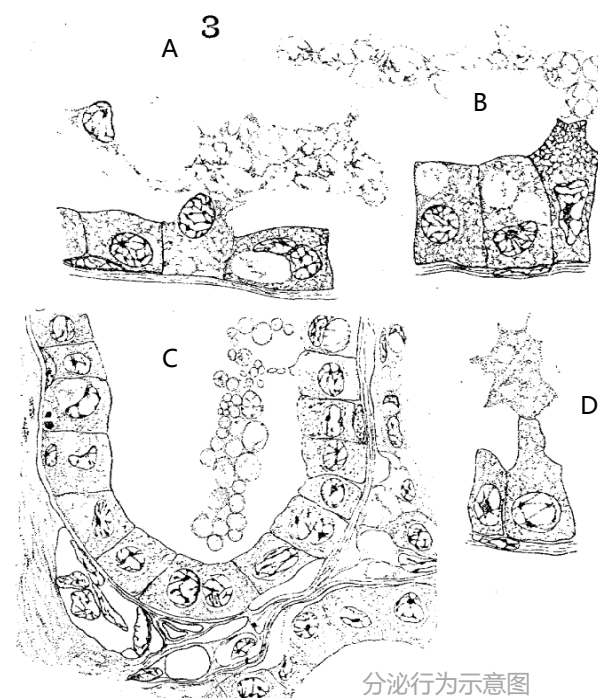
<sup>3</sup> 原文如此：“...極めて透明なる美しき黄金色を呈せる可流動性液體となりて漏出するを見るのである...”  
来源：私たちの肛門腺の組織学研究 [日]河野卯三郎

<sup>4</sup> 意为腺体导管有分支，腺体分泌部呈泡状的腺体，如人体的唾液腺等。

黄色油状。分泌出的液体会经过导管流入贮腺囊，与臭腺所分泌的液体混合。有了这种脂肪性液体作为基质，可以让臭腺所分泌的恶臭液体能够更有效地挥发出臭味的同时，使其臭味牢固地附着在目标上，经久不散。

#### 四、臭腺

作为分泌腺中的另一个重要组织，臭腺占据了贮腺囊背侧的大部分空间，呈“单管泡状腺”<sup>5</sup>的形态。臭腺具有腺腔，能够起到暂存臭液的作用。其导管部较长，开口分别连接了腺腔和贮腺囊，由分泌部分泌出的臭液将经此排放至贮腺囊。其分泌部腺泡上皮分布有柱状细胞和锥形细胞，其中柱状细胞组成分泌部的上皮，锥形细胞则作为动物大脑皮层的主要投射神经元，在大脑发射出相关电信号（如：受到惊吓等）时能够刺激臭腺的分泌部分泌出更多臭液。在臭腺腺体的外周，分布有发达的横纹肌和平滑肌，能够控制臭腺腺体的收缩。

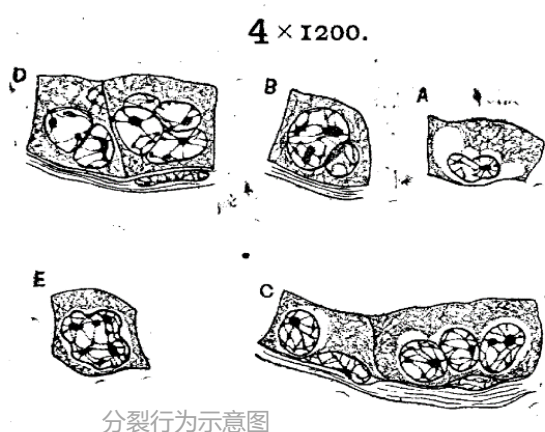


臭腺的分泌细胞，以单层的形态明了的分布在臭腺腺体上皮的内侧，呈柱状，细胞间没有空隙，总体呈现出一种极其致密的组织结构形态。在分泌的过程中，其分泌细胞以胞吐的形式将分泌液排出到臭腺的腺腔中（图中 C 部分）。由于臭腺所分泌的臭液具有刺激性，其腺体的分泌细胞寿命往往不会太长，破损的细胞会连同其内容物泄漏进腺腔，

与臭液相混合（图中 A 部分），而原有细胞的位置，则很快就会由新分裂出的细胞代替。

<sup>5</sup> 即腺体导管无分支，腺体分泌部呈泡状的腺体。人体中没有此类腺体。

经观察，臭腺分泌细胞以直接分裂（无丝分裂）的方式进行换新，详见右图。前文中提到，由于分泌细胞有着较强的替换需求，因此其新陈代谢速率也非常快，肛门腺总体旺盛的分泌作用并不会因细胞的更新受到影响。



## 五、小结

综上所述，黄鼬的肛门腺结构复杂且发达，而高度发达的肛门和肛门腺结构，使得黄鼬等鼬总科成员能够使用其分泌的臭液作为强力、有效的防身武器。那么作为退敌的武器，其威力肯定不会弱。接下来，我们将从其成分的角度，进一步深入分析探究黄鼬的能力。

## Part 3-分泌液

### 一、引言

食肉目动物普遍存在肛门腺，其分泌液通常用作个体间的信息识别。鼬科动物普遍拥有动物中最为发达的肛门腺，能够分泌出量更大、气味更为复杂和浓郁的分泌液。其分泌液除了识别个体身份外，往往还被用作御敌的武器。下文将通过成分、效用等角度，详细介绍黄鼬等鼬科动物的肛门腺分泌液构成。

“嗅觉”作为一个相对很主观的感受，本文将不会描述其具体味道（况且这类主观感受无论是在论文中还是科普文中都不应大量出现）（才不是因为笔者自己也没闻过呢），还请读者根据成分自行脑补。

（本段的实验数据均来自：《黄鼬肛门分泌物的挥发性成分》（2002）、《不同性别和年龄的大仓鼠对黄鼬气味的反应》（2004），实验操作和鉴定：张健旭等。欲获得更详细的实验数据，请参见原文。）



二、针对黄鼬肛门腺分泌物的成分研究

肛门腺分泌液往往也会被作为信息识别的手段，因此，实验团队在处理的过程中，将雄性、雌性黄鼬的肛门腺分泌液做了分组，使用顶空采样的方法采取样本，并使用气质联动分析仪，分别化验了来自不同性别黄鼬的肛门腺分泌液样本，具体数据如下。

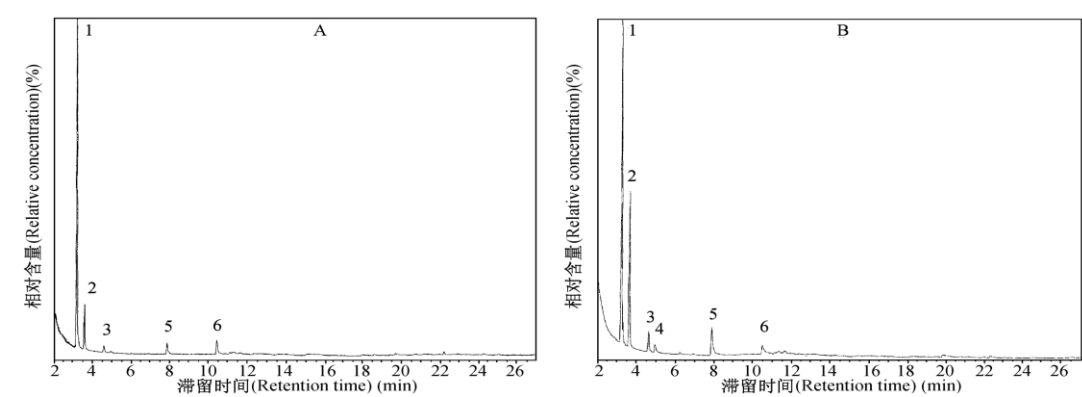


图 1 雄性 (A) 和雌性 (B) 黄鼬肛腺气味的气相色谱分析图

Fig. 1 Gas chromatogram of anal sac secretion from male (A) and female (B) Siberian weasels (*Mustela sibirica*) SE54 型毛细管柱长 30 m、内径 0.25 mm；进样口的温度 and 分流比分别为 250℃ 和 1:10；载气为以 0.5 ml/min 通过的氮气；初始炉温 50℃，初始时间 5 min，以 10℃/min 的速度程序升温到 220℃，保留时间 10 min [30 m glass capillary column (ID 0.25 mm) coated with SE54. The temperature and split ratio at the injection port was 250℃ and 1:10; The helium carrier gas flow was 0.5 ml/min. The oven temperature was held at 50℃ for 5 min and then programmed at a rate of 10℃/min to 220℃ where it stayed 10 min]

气谱峰序号	质谱数据 [质荷比 (离子强度)]	成分鉴定
1	102 (48), 87 (28), 74 (28), 69 (25), 68 (18), 67 (15), 60 (25), 56 (82), 41 (100)	2,2 - 二甲基硫代环丁烷 (2,2-dimethylthietane)
2	02 (32), 87 (3), 74 (1), 73 (1), 69 (4), 68 (2), 67 (3), 60 (100), 61 (16), 59 (22), 56 (31), 45 (26), 41 (45)	顺或反 - 2,4 - 二甲基硫代环丁烷 (Z-or E-2,4-dimethylthietane)
3	102 (30), 87 (12), 74 (7), 73 (7), 69 (8), 67 (8), 61 (15), 60 (100) 59, (20), 56 (28), 41 (45)	反 - 2,3 - 二甲基硫代环丁烷 (E-2,3-dimethylthietane)
4	02 (64), 87 (42), 74 (49), 73 (52), 69 (14), 68 (24), 67 (18), 61 (13), 60 (100), 59 (12), 56 (29), 55 (50), 45 (89), 41 (100)	2 - 乙基硫代环丁烷 (2-ethylthietane)
5	16 (55), 101 (45), 88 (43), 87 (79), 86 (26), 74 (13), 73 (73), 69 (45), 67 (50), 56 (52), 55 (51), 41 (100)	2 - 丙基硫代环丁烷 (2-propylthietane)
6	134 (20), 86 (2), 70 (10), 69 (99), 67 (8), 59 (14), 57 (4), 56 (4), 55 (13), 53 (11), 41 (100)	3,3 - 二甲基 - 1,2 - 二硫代环戊烷 (3,3-dimethyl-1,2-dithiacyclopentane)

由气谱分析图可见，峰 4 仅在雌性黄鼬的肛腺分泌物气味中检测出，而在雄性黄鼬中不存在，说明 2 - 乙基硫代环丁烷是雌性黄鼬特有的成分。

三、鼬属肛门腺分泌物成分对比

通过上述实验，我们可以得知黄鼬肛门腺分泌液主要由 5 种（雄性）或 6 种（雌性）化合物组成。尽管这些成分已经在鼬属的 4 种动物中都发现过，但是没有一种肛门腺成分的组成是和黄鼬肛门腺的气味完全相同的。黄鼬肛门腺分泌物的最大特点是 4 种分子量为

102 的 C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>S 的同分异构体同时存在，在其它鼬属物种中尚未发现。下表为鼬属动物肛  
门腺分泌物的化学成分组成。

峰顺序	化合物名称	分子式	分子量	水貂	白鼬	伶鼬	新西兰林鼬	瑞典林鼬	黄鼬
1	2, 2 - 二甲基硫代环丁烷 (2, 2-dimethylthietane)	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> S	102	**	*		*		**
2	顺或反 2, 4 - 二甲基硫代环丁烷 (Z-or E-2, 4-dimethylthietane)	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> S	102			*			*
3	反 2, 3 - 二甲基硫代环丁烷 (E-2, 3-dimethylthietane)	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> S	102		*	*	*	*	*
4	顺 2, 3 - 二甲基硫代环丁烷 (Z-2, 3-dimethylthietane)	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> S	102				*		
5	2 - 乙基硫代环丁烷 (2-ethylthietane)	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> S	102	*	*				*
6	反 - 2 - 乙基 - 3 - 甲基 - 硫代环丁烷 (E-2-ethyl-3-methylthietanes)	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> S	116		*		**	**	
7	顺 - 2 - 乙基 - 3 - 甲基 - 硫代环丁烷 (Z-2-ethyl-3-methylthietanes)	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> S	116		*				
8	2 - 丙基硫代环丁烷 (2-propylthietane)	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> S	116		**		*		*
9	3, 3 - 二甲基 - 1, 2 - 二硫代环戊烷 (3, 3-dimethyl-1, 2-dithiacyclopentane)	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> S <sub>2</sub>	134	*		**	*	*	*
10	3 - 乙基 - 1, 2 - 二硫代环戊烷 (3-ethyl-1, 2-dithiacyclopentane)	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> S <sub>2</sub>	134		*				
11	2 - 戊基 - 硫代环丁烷 (2-pentylthietane)	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> S	144		*		*		
12	3 - 丙基 - 1, 2 - 二硫代环戊烷 (3-propyl-1, 2-dithiacyclopentane)	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> S <sub>2</sub>	148		*		*		
13	吲哚 (Indole)	C <sub>8</sub> H <sub>7</sub> N	117	*	*	*	*	*	
14	氨基苯乙酮 (o-aminoacetophenone)	C <sub>8</sub> H <sub>9</sub> NO	135		*				

\*表示含有该成分；\*\*表示该成分为优势成分

和水貂类似，2, 2 - 二甲基硫代环丁烷也是黄鼬肛门腺分泌物的优势成分。这一化合物也是水貂肛门腺分泌物中，能引起鼠类回避的主要物质，而且 2, 2 - 二甲基硫代环丁烷能够明显引起鼠类的回避反应，这说明黄鼬肛腺分泌物也可引起害鼠的回避反应；2 - 丙基硫代环丁烷是白鼬肛腺分泌物引起鼠类回避的主要成分，由于黄鼬肛腺分泌物中也含有一定数量的 2 - 丙基硫代环丁烷，这更加强了对鼠类有驱避作用的可能性。

此外，在鼬属其它 4 种动物的研究中，发现它们的肛门腺分泌物都普遍含有含氮有机物吲哚，而在黄鼬的肛门腺分泌物中却没有检测到，可能和**顶空取样方法有关**。过去的研究都是将肛门腺分泌物**直接**浸泡于有机溶剂，使挥发性较小的吲哚溶于样品中，而顶空取

样不能将挥发性小和含量少的吡啶提取出。在对美国水貂的肛腺分泌物进行的平行实验中也并没有像过去的分析那样发现吡啶，但其它三种含硫化合物都检测到了，也证明了这一点。

四、黄鼬肛腺分泌液对大仓鼠的行为影响

众所周知，黄鼬是大多数鼠类的天敌。来自天敌的气味可以传递天敌存在的信息，鼠类借此可以评估危险程度。这类研究可以探究天敌对猎物的非致命影响，也有助于全面理解天敌对鼠类种群的调节作用和天敌与猎物的协同进化关系。

在实验中，实验者将大鼠的行为分为“探究 (Approach)”、“进攻 (Attack)”、“防御 (Defence)”、“修饰 (Grooming)”和“标记 (Marking)”共五种。首批实验用大仓鼠为成年仓鼠。在饲养这批大仓鼠的第 29 天时，实验者将大鼠分为实验组和对照组，并将黄鼬的肛腺分泌液（雌雄混合）涂抹在实验组大鼠的鼻孔外，对两组大鼠的上述五种行为进行了观测与统计。

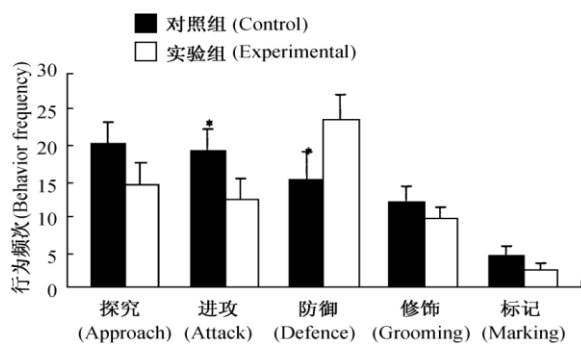


图 1 实验组和对照组雌性大仓鼠的行为关系  
Fig.1 Behavior in staged dyadic encounters between the experimental and control groups of female adult rat-like hamsters  
\*  $P<0.05$ , Wilcoxon matched-pairs test.

如图所示，感受到天敌气味后的大鼠，防御行为显著提高，而其余的行为均有所下降。

在第 30 天，实验者将这一批实验用大鼠断头处死并冰冻，解剖后分别测量了两组成

6 此处特指同类间的攻击行为。  
7 此处特指非同类间的防御行为。  
8 如梳理毛发等行为，被称为“修饰行为”。  
9 即各种宣誓领地的行为的总称。

年大仓鼠各器官的重量，结果如下表所示（平均值±标准差）。

	初始体重(g)	最后体重(g)	脾脏(mg)	肾上腺(mg)	肋腺(mg)	子宫(g)	卵巢(mg)
实验组	145.97±15.11	142.9±16.9	151.3±69.9	20.0±3.8	106.9±50.1	1.88±0.08	18.2±7.20
对照组	153.14±20.22	151.1±22.5	141.0±36.5	20.0±6.5	71.9±24.5 <sup>10</sup>	2.06±0.06	17.6±7.04

如上表所示，除实验组的肋腺显著重于对照组（ $t = 2.177$ ， $P = 0.041$ ）以外，其余各项指标并无显著差异。

第二组的实验用大仓鼠为亚成体（介于幼年与成年之间的年龄段）。原文中的表格仅列举了雄性与雌性的亚成体大仓鼠的初始体重和最后体重的差距，这是因为相比于前文中讲述的成年体大仓鼠，亚成体大仓鼠的各器官绝对、相对重量并无明显差距。详细数据见下表（平均值±标准差）。

	组别	样本数	初始体重	最后体重
雄鼠	实验组	12	60.27±7.44	66.39±8.86
	对照组	11	59.22±11.47	72.85±16.00
雌鼠	实验组	9	58.72±6.57	69.47±8.07
	对照组	8	61.25±8.84	77.73±17.59

如上表所示，在雄性亚成体实验组鼠中，最后体重与初始体重没有显著差异。在对照组鼠中，最后体重显著重于初始体重，但是与实验组相比，对照组鼠的最后体重明显大于实验组；在雌性亚成体鼠中，无论实验组，还是对照组，最后体重都显著重于初始体重，而且实验组鼠最后体重显著低于对照组。

第三组的实验用大仓鼠为未成年体，详细数据见下表（平均值±标准差）<sup>11</sup>。

性别	器官	绝对重量		相对重量（折算成每 100 克体重的器官重）	
		实验组	对照组	实验组	对照组
雄性	脾脏(mg)	43.51±16.96	51.23±8.59	65.00±22.58	73.17±18.31
	肾上腺(mg)	12.08±2.70	12.15±2.50	18.35±4.28	17.41±5.50
	肋腺(mg)	16.21±8.78	<i>34.05±24.34</i>	24.20±11.07	<i>42.55±21.89</i>
	腹中腺(mg)	12.19±10.60	7.96±7.80	18.78±20.16	11.33±10.99
	睾丸(g)	1.315±1.01	2.00±1.17	2.05±1464	2.35±1.17
	附睾(mg)	80.05±42.08	<i>182.95±152.09</i>	120.11±64.71	<i>227.36±154.83</i>

<sup>10</sup> t-test,  $P < 0.05$ ,  $n = 10$ .

<sup>11</sup> 此表及后文续表中，斜体数据： $p < 0.05$ , t-test

(续表)

性别	器官	绝对重量		相对重量 (折算成每 100 克体重的器官重)	
		实验组	对照组	实验组	对照组
雌性	脾脏(mg)	52.47±16.53	54.10±18.95	74.70±18.90	70.30±21.62
	肾上腺(mg)	11.20±1.51	10.95±1.16	16.41±3.21	14.70±3.60
	胰腺(mg)	24.39±7.89	46.81±76.93	35.51±12.43	50.74±65.94
	卵巢(mg)	19.29±7.64	22.25±8.88	27.68±10.98	28.57±8.81
	子宫(mg)	23.61±5.75	69.90±51.81	33.71±8.81	87.13±63.93

由上述数据可知，在雄性未成年鼠中，除实验组的胰腺和附睾的绝对重量和相对重量都显著小于对照组外，其余器官的重量均无显著差异；在雌性未成年鼠中，除实验组的子宫的绝对重量和相对重量显著小于对照组外，其余器官的重量均无显著差异。

通过上面三组实验数据，实验者发现，天敌的气味**对雌鼠的影响小于雄鼠，对幼鼠的影响小于成年鼠**。对于前者，实验者猜测这种因素可能不完全依赖于雌鼠和雄鼠的内分泌、脑神经和基因差异，而是具有不同的生理作用过程，但这一猜想目前尚未有相关实验证实；对于后者，则有可能是因为未成年鼠和亚成年鼠所面临的被捕食风险相对较小所导致的，但是黄鼬肛门腺分泌液的气味有效地抑制了未成年鼠的性成熟，这一点在“不同性别和年龄的大仓鼠对黄鼬气味的反应”这篇论文创作之前就已经有相关研究者证实过了<sup>12</sup>。

## Part 4-杂谈&后记

### 一、常见问题解答

这一段是用于解答大家在阅读上述实验数据后，仍然无法得知的问题的。主要是一些较为通俗的、猎奇向的、以及部分谣言的解答。下文未提到的问题欢迎在帖子里补充。

①黄鼠狼会放臭屁把刺猬熏晕后吃掉吗？

**可能性很小**。尽管黄鼠狼和刺猬可能是大家儿时在百科全书上见到的第一对儿 CP（刺猬：你礼貌吗？），但事实上，黄鼬往往在遇敌、受到惊吓时才会释放臭液，而刺猬缩成一

---

<sup>12</sup> 此观点来自 Vassilieva NY 在 1999 年所发表的论文 “Influence of cat’s urinary chemosignals on sexual maturation and meiosis in Campbell’s hamster males Phodopus campbelli. (猫的尿液的化学信号对坎氏毛足鼠的减数分裂和性成熟的抑制)”

团时，并不具有攻击的能力，因此刺猬的防御行为很可能不会被黄鼬认为是“具有进攻性的”。尽管黄鼬的臭液中存在能够干扰鼠类等小型哺乳动物行为的成分，但是尚未有研究表明黄鼬的臭液能够有效麻痹刺猬，因此其臭液是否能熏晕刺猬也就不得而知了。

②黄鼬和臭鼬同时用臭液攻击对方，谁会被熏倒？

**结果很可能是：两败俱伤。**大家可能在直觉上认为黄鼬臭液的威力不及臭鼬，但是有实验结果显示臭鼬恐怕只对自己的臭味有适应力，对于别人的臭味，即使是来自另一只臭鼬的臭味，也未必能够忍受，更何况在臭鼬交配时，两只雄性臭鼬为争夺配偶而对彼此喷射臭液的情况也非常普遍。此外，在上文中提到，尽管在鼬科之中，不同物种之间，臭液的成分也有所不同。那么黄鼬和臭鼬之间，臭液的成分差异也许会更大。黄鼬也同理，因此，当彼此被对方的臭液喷到后，两者都不好受。

③如何用科学解释有关“黄大仙附身”的现象？

**建国以后不许成精。**首先，类似黄鼠狼附身的描述，几乎可以说只有在我国比较盛行这种说法，而东亚、东南亚等其他同样有黄鼬分布的国家和地区却没有类似的文学描述。现在，那些类似被各种妖魔鬼怪附身的症状，已经有了专业的词汇来指代——癔症性精神病（Hysterical psychosis）。不过黄鼬昼伏夜出、常在墓地周边筑窝、行动迅速等一系列习性，确实容易使人浮想联翩；而且黄鼬的臭液含有多种硫化物，吸入过多臭气后，也有引发头晕、幻觉的可能，但这是硫化物中毒的症状，并非所谓“附身”。而且如读者所见，有关黄鼬的科学研究已如此之多，想必足以让大家摒弃封建思想了吧（笑）。

## 二、关于本文参考的论文

本文中，有关肛门腺组织形态、结构的结论，主要参考了河野卯三郎于 1921 年（大正 18 年）在《动物学杂志》第 394 号上发表的论文《*私たちの肛門腺の組織学研究*》<sup>13</sup>,

---

<sup>13</sup> 罗马音：*itachi no koumonnseenn no soshikigaku kennkyuu*，中：黄鼬肛门腺的组织学研究

而佐藤英明于 1980 年（昭和 55 年）发表于 The Zoological Society of Japan（日本动物学会）的论文《イタチ肛門腺の組織学的構築と組織化学》<sup>14</sup>中的内容，在本文中主要起补充说明的作用。然而从这两篇论文的具体内容上讲，后者也更像是前者的补充，而且后者也将前者作为引用文献，在写作时加以参考。不过，随着近六十年的发展，生物化学方面的科学技术亦取得了重大突破。在佐藤英明的论文中提到，团队在观察黄鼬肛门腺组织结构时，分别使用了 Sudan Black B、Victoria blue B 等共计 5 种用于脂肪的染色剂，以及 Glycogen phosphorylas 等共计 11 种酶染色剂为所观察的组织切片染色，相比于河野卯三郎当年轻仅使用少数染色剂进行染色并观察解剖切片，有了突飞猛进的进步。因此，我们才能够得到更加清晰、直观的器官模型图。

相比于来自日本学者的两篇论文，我国的研究者王丽萍于 1993 年所发表的《黄鼬肛腺组织形态学研究》则显得单薄许多（毕竟咱们这个是期刊，论体量肯定比不过论文，所以不要太纠结），文章仅仅对腺体内部的组织进行了宏观上的描述。不过，尽管河野卯三郎和王丽萍的研究均指出黄鼬肛门腺中，臭腺上皮分布有神经组织细胞，但是只有来自王丽萍的论文中提出了其神经组织细胞能够向臭腺传达危险信号，刺激臭腺分泌更多臭液的作用。此外，在王丽萍的论文中，还对其肛门腺的进化来源提出了真实度很高的猜想，这也是两篇日文论文中没有涉及的。

对于有关黄鼬肛门腺的分泌液成分的研究，来自我国的生态学专家张健旭及其团队可以说是国际上**首次**深入探明了其具体的成分，并对其分泌液与大仓鼠反应的关系进行了详细阐述。

总而言之，无论是来自我国的还是日本的科研学者和专家，都为人们对于黄鼬这一物种的认知提供了宝贵的材料。虽然从黄鼬肛门腺的组织研究到其分泌液的成分等方面进行

---

<sup>14</sup> 罗马音： *itachi koumonnsenn no soshikigakuteki kouchiku to soshikikagaku*，中：黄鼬肛门腺的组织学构建与组织化学

研究看似是一个很渺小的角度，但是仍能为人类对于诸如鼠害防治等问题，在生物学方面提供新的思路。放眼整个宏观的科学界，可以说正是因为有着无数像这样从微妙的角度研究着世界的科学家存在，人类才逐渐地理解了这个世界。

### 三、关于上述论文的作者

**王丽萍**，来自东北林业大学野生动物学系。这一信息来自 1993 年，经查询，东北林业大学现已无此系，之后可能转入野生动物资源学院（根据东北林业大学官网信息，现又改名为“野生动物与自然保护地学院”）的动物科学系。目前，学校官网中已经查询不到王丽萍老师的信息，可能这位老师已于 2017 年前后退休。著作有《野生动物解剖学与组织学》(2002)，在 1988 年-2017 年间，参与创作了近 50 篇期刊文献，主要涉及野生动物解剖、组织结构及其病理学等学科。

**张健旭**，来自中国科学院大学，现任中国科学院动物行为和化学通讯研究组组长，研究范围广泛，涉猎化学生态学、动物行为学等诸多领域，并在国内乃至国际上取得了诸多成就，前文中也提到了张健旭是世界上首次检验出黄鼬肛门腺分泌液气味成分的科学家。当然不止于此，有关他的更多成就，详见百度百科：张健旭。张健旭博士至今仍活跃在科研一线，并常常通过科学网博客<sup>15</sup>发表他的最新科研成果和一些个人见解。

**佐藤英明**（平假：さと えいめい；罗马音：Sato Eimei）（1948 年-今），出身于日本京都大学农学部，后任职京都大学助教授、东京大学助教授、东北大学教授等职务，主要攻读家畜繁殖学、动物生殖学和动物发生工学专业，在 2009 年和 2013 年分别获得了紫绶褒章和日本学士院赏的荣誉。截止至 2017 年，佐藤英明频繁活跃在日本的各类动物研究学会中，为相关学科做出了贡献。

**河野卯三郎**（平假：こうの うさぶろう；罗马音：Kouno Usaburou）（生卒年不详），

---

<sup>15</sup> 地址：<http://blog.sciencenet.cn/u/zhangjian>



来自日本东京帝国大学（今东京大学）动物学专业，师从日本知名的动物学专家渡濑庄三郎<sup>16</sup>。在 1918 年（大正 7 年），河野卯三郎与自己的同学阿部余四男<sup>17</sup>，同自己的老师一道，为日本引进了食用蛙物种，并为其在日本的养殖奠定了基础。尽管有关河野卯三郎的资料甚少，但是通过他周围的人来看，不难猜出河野卯三郎也是一名在动物学界作出过突出贡献的人物。

## Part 5-附录

### 一、引用论文

不同性别和年龄的大仓鼠对黄鼬气味的反应 张健旭（2004 年发表）

黄鼬肛腺分泌物的挥发性成分 张健旭（2002 年发表）

黄鼬肛腺组织形态学研究 王丽萍（1993 年发表）

水貂肛腺组织形态学研究 王丽萍（1992 年发表）

私たちの肛門腺の組織学研究 [日]河野卯三郎（1921 年 8 月 15 日发表）

イタチ肛門腺の組織学的構築と組織化学[日]佐藤英明（1980 年 4 月 26 日发表）

### 二、部分专有名词对照（以作者分组）

由于本文引用的论文，使用了中文和日文两种语言，且年代间隔久远，使得每篇文章对于相同概念的词汇几乎都不一样。本文在创作的过程中，已参照原文，将几篇文章中概念相同而表达不同的词汇同意按照我国现行标准进行了翻译和统一。本段是为了方便读者

---

<sup>16</sup> 渡濑 庄三郎（平假：わたせ しょうさぶろう；罗马音：Watase Syousaburou）（1862 年-1929 年，享年 67 岁）经核实是河野卯三郎的指导教师，任职于东京帝国大学动物学系，是该专业的第五任教授，也是日本哺乳类学会的第一任会长。在此特意介绍此人是因为有关河野卯三郎的介绍过少，只能通过其周围人物进行补充。

<sup>17</sup> 阿部 余四男（平假：あべ よしお；罗马音：Abe Yosio）（1891 年-1960 年，享年 69 岁）师从渡濑庄三郎，经核实是河野卯三郎的同学。毕业于东京帝国大学，后任职广岛文理科大学（今广岛大学）的教授。阿部余四男年轻时期就涉猎多方面研究，对中国大陆地区和日本列岛的哺乳动物物种有着深刻的见解。他还发现了一种新的日本大鲈品种，并用自己的名字命名了这一新品种（*Hynobius abei* Sato, 1934）。在此特意介绍此人的原因同上。

参照原文而设计的，同时由于上述原因，我们也无法保证每个名词是否准确合并含义，因此我们也希望读者能够参照原文，发现并指出错误。(提示：日文汉字不可全量按照中文语境字面意思理解)

河野卯三郎	佐藤英明	王丽萍	我国现行标准	注释
分支管状嗅腺	管状複合腺	单管泡状腺	单管泡状腺	嗅腺的形态学分类
分枝葡萄状嗅腺	泡状腺	分枝泡状腺	复管泡状腺	皮脂腺的形态学分类
貯藏囊	管状腺状複合腺	贮腺囊	贮腺囊	