

# 中国穿山甲的食性与觅食行为初步观察\*

吴诗宝<sup>1, 2, 4\*\*</sup> 刘廼发<sup>2</sup> 李有余<sup>3</sup> 孙儒泳<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>华南师范大学生命科学学院 广州 510631)

(<sup>2</sup>兰州大学生命科学学院 兰州 730000)

(<sup>3</sup>大雾岭自然保护区 广东茂名 525000)

(<sup>4</sup>湛江师范学院生物系 广东湛江 524048)

**摘要** 通过野外观察及粪便和胃内容物分析,对中国穿山甲的食性进行了调查和研究. 结果表明,中国穿山甲的觅食行为可分为6个类别,即行走、搜寻、行走/搜寻、挖掘、取食、暂停;取食地点主要发生在杂草、乔木、灌木的基部,落叶层下,倒木/枯枝、死树桩附近及白蚁巢内;以蚁类为食,且表现出明显的选择和偏爱,被拒食的蚂蚁和白蚁种数分别占83.87% (26/31)和53.85% (7/13),最喜爱的蚁类是台湾乳白蚁(*Coptotermes formosanus*)、黄翅大白蚁(*Macrotermes barneyi*)、双齿多刺蚁(*Polyrhachis dives*);食谱由11种蚁类构成,占大雾岭保护区蚁类组成25%,其中蚂蚁5属5种,白蚁4属6种,夏季食谱主要由蚂蚁构成,冬季食谱主要由白蚁构成,台湾乳白蚁、黄翅大白蚁很可能是穿山甲食谱中的关键食物. 表6 参25

**关键词** 中国穿山甲; 食性; 食谱; 觅食行为

CLC Q959.835.05

## OBSERVATION ON FOOD HABITS AND FORAGING BEHAVIOR OF CHINESE PANGOLIN (*MANIS PENTADACTYLA*)\*

WU Shibao<sup>1, 2, 4\*\*</sup>, LIU Naifa<sup>2</sup>, LI Youyu<sup>3</sup> & SUN Ruyong<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>School of Life Sciences, South China Normal University, Guangzhou 510631, China)

(<sup>2</sup>School of Life Sciences, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China)

(<sup>3</sup>Dawuling Nature Reserve, Maoming 525000, Guangdong, China)

(<sup>4</sup>Department of Biology, Zhanjiang Normal College, Zhanjiang 524048, Guangdong, China)

**Abstract** The food habits of Chinese pangolin (*Manis pentadactyla*) were surveyed by using the field observation methods and the analysis of droppings and stomach contents. The foraging behaviors were classified into 6 categories, that is, walking, searching, walking/searching, digging, feeding and pause. Its feeding sites occurred at the bases of grasses, trees and shrubs, under leaf litter, near fallen logs, fallen branches and dead stump, and in termite nests. Chinese pangolin fed on ants and termites, and obviously preferred to them. The refused species of ants and termites accounted for 83.87% (26/31) and 53.85% (7/13), respectively. Favorite ants and termites were *Coptotermes formosanus*, *Macrotermes barneyi* and *Polyrhachis dive*. The diet was composed of 11 species of ants and termites, including 5 species in 5 genera of ants, and 6 species in 4 genera of termites. Ants constituted the major component of the summer diet, while termites formed that of the winter diet. *C. formosanus* and *M. barneyi* were probably key species for Chinese pangolin's diet. Tab 6, Ref 25

**Keywords** Chinese pangolin (*Manis pentadactyla*); food habit; diet; foraging behavior

CLC Q959.835.05

现存的哺乳纲(Mammalia)鳞甲目(Pholidota)仅1科(Manidae)1属(*Manis*)7种<sup>[1~3]</sup>,是现存兽类最小类群之一,占一个独立分类阶元.中国穿山甲(*Manis pentadactyla*)是鳞甲目的物种之一,主要分布在我国长江以南地区<sup>[4,5]</sup>,由于环境破坏和乱捕滥猎,野外已难见踪迹,未来命运令人担忧<sup>[6,7]</sup>.已

列在CITES附录(www.cites.org),IUCN红色名录(www.redlist.org)和国家重点保护动物名录<sup>[8]</sup>.中国穿山甲生态生物学资料十分少见<sup>[9~14]</sup>,也不够深入细致.本文报道的是中国穿山甲的食性,为该物种保护和人工驯养提供依据.

## 1 材料与方法

### 1.1 野外观察与记录

野外观察在大雾岭保护区<sup>[15]</sup>内.中国穿山甲主要在夜间觅食,对其觅食行为进行观察十分困难.有时在黄昏时刻可偶见其出洞觅食(多发生在夏季雨后),一旦这种情况发生,即用8倍望远镜跟踪观察,记录采食全过程,包括时间、地点、海拔、生境、坡

收稿日期: 2004-03-29 修回日期: 2004-08-09

\* 中国野生动物保护协会资助项目(中动协秘字[2002]第05号),中国药用濒危野生动物保护战略研究课题组资助项目(课题准字[2001]第01号) Supported by the China Wildlife Conservation Association and the Project Group of Conservation Strategy Researching of China Medical Endangered Wildlife

\*\* 通讯作者 Corresponding author (E-mail: wushibao@163.com)

位、坡向、觅食行为,采集残留食物,直到动物消失,称之为直接采食观察法。中国穿山甲还有挖洞觅食的习性,解剖采食洞穴,采集洞穴内残留食物,并记录洞穴挖掘时间(根据洞口泥土的新鲜程度、有无蜘蛛网或枯枝落叶覆盖等进行判断)、地点、海拔、生境、坡位、坡向,称之为洞穴残留食物观察法。根据残留食物采集到的时间、频次( $F_i$ )及鉴定结果(由湛江师范学院生物系和华南昆虫研究所鉴定),确定不同季节的食谱组成。

## 1.2 大雾岭保护区蚂蚁和白蚁调查(样线法)

为了解大雾岭保护区中国穿山甲对蚁类的选择和偏爱,对该保护区蚂蚁和白蚁的种类进行调查是必要的。每年4~6月为蚁类到地表活动的高峰期,于2001年这个时期布设蚁类采集样线8条,全长约95 km,穿越各个生境和不同海拔,在枯枝落叶、腐朽木块、石块下或者通过蚁路、泥被、纷飞孔等寻找蚁穴,根据吴坚等和李桂祥介绍的方法采集、保存标本<sup>[16, 17]</sup>,记录遇见频次( $f_i$ ),2003年重复一次。由湛江师范学院生物系和华南昆虫研究所鉴定采集标本。各种蚁类相对丰度根据遇见频次分3个等级:常见(+++),10次以上;较常见(++),5次以上;不常见(+),1次以上。

## 1.3 取食偏好分析

利用偏爱指数(PI)来分析中国穿山甲对不同食物种类的偏好。PI的值由公式  $PI = (r_i - p_i) / (r_i + p_i)$  求算,  $r_i = F_i / \sum_{i=1}^n F_i$ ,  $p_i = f_i / \sum_{i=1}^n f_i$ ,  $F_i$  为通过直接采食观察法和洞穴残留食物观察法记录到的某猎物被中国穿山甲捕食的频次,  $f_i$  为样线法记录到的某猎物在野外遇见的频次。  $-1 \leq PI \leq +1$ , 为正值时,喜爱采食;为负值时,勉强采食;等于零,随机采食;PI值越大表明对该种食物的偏爱程度就越大。

## 1.4 粪便与胃内容物分析

中国穿山甲没有牙齿,食物被吞咽到胃内,通常形态完整,易于区别;昆虫不易消化的部位,如触角、上颚、足节等在粪便中通常保存完好,可用于区别昆虫类别。共获得胃样本12个,粪便样本8份,前者由广东省茂名市、湛江市森林公安分局提供;后者收集于大雾岭保护区。粪便和胃内容物用蒸馏水稀释,医用纱布过滤,重复一次,取残留物放入培养皿,加蒸馏水稀释,在双目解剖镜下观察。

# 2 结果

## 2.1 觅食行为谱与取食地点

1985年至2003年在大雾岭自然保护区共12次(夏季11次,冬季1次)观察到中国穿山甲在黄昏时外出觅食,每次观

察5~90 min不等,总计约420 min。

### 2.1.1 觅食行为谱(Ethogram)

可将中国穿山甲的觅食行为分为6个类别。

行走(walking):前足爪背着地,后足蹠性,头抬起,鼻与地面保持一定距离。

搜寻(searching):用鼻嗅闻,有时还用鼻喷气,鼻通常接近或接触地面,可能是通过蚁类的气味确定它们的存在和位置。蚁类个体小,主要在地下蚁巢或地面隐蔽处活动,因此嗅觉在食物搜寻中可能起主要作用。

行走/搜寻:一边行走,一边寻找,交替进行。

挖掘(digging):主要是为了取食地下深处蚁巢内的蚁类。蚁巢位置确定后,用前肢强大锐利的爪子掘土,并送至腹下,张开胸部两侧宽大鳞片将土围拢,再用后肢推出洞外。主要见于冬季,因夏季蚁类主要在地表活动,冬季则在地下深处蚁巢内活动。

取食(feeding):当遇到蚂蚁或白蚁时,穿山甲以舌作舔食运动;或身体俯卧地面,张开鳞甲,伸出舌头,待蚂蚁布满整个舌头和身体后,收回舌头,将舌头上的蚂蚁吞食;关闭鳞甲,爬到水池中,松开鳞甲,释放蚂蚁于水面,以舌围捕之,舌长19~23 cm ( $N=6$ ),最宽处0.8~1.2 cm ( $N=6$ ),厚0.3~0.5 cm ( $N=6$ ),肌肉质,表面粘液发达。蚁类能迅速聚集在舌头和鳞甲下,可能是闻到了穿山甲身体和舌头散发出来的腥味。1989年6~7月间见到一次穿山甲爬到树上捕食双齿多刺蚁(*Polyrhachis dives*)。

暂停(pausing):突然停止觅食,注意力高度集中,处于不活动状态,受惊吓时出现。

2.1.2 取食地点(feeding sites) 记录到取食地点类型8个,74次(表1)。表1表明,取食地点主要发生在针阔混交林内,针叶林最少,提示针阔混交林可能是穿山甲喜好的生境,能提供更多的食物资源;不喜欢在裸地取食,可能与裸地蚁类不丰富或者与穿山甲有较强的隐蔽习性有关。这些取食地点,为穿山甲提供了食物资源,构成穿山甲生境的主要部分,今后应当对取食地点的杂草、乔木、灌木、倒木、枯枝、死树桩的种类、生境特点,以及白蚁巢的生境选择进行研究,为穿山甲的生境管理与恢复提供依据。

## 2.2 大雾岭保护区蚁类组成与穿山甲食谱

2.2.1 蚁类组成 通过样线法共记录到蚁类342次,44种,其中蚂蚁251次,17属31种;白蚁91次,11属13种(表2、3)。

表1 大雾岭保护区中国穿山甲取食地点类型及被观察次数

Table 1 The feeding sites and observed numbers of *M. pentadactyla* at Dawuling Nature Reserve

| 生境<br>Habitat | 取食地点类型 Types of feeding sites |        |          |         |         |          |          |          | 合计 Total    |
|---------------|-------------------------------|--------|----------|---------|---------|----------|----------|----------|-------------|
|               | T                             | BG     | BOG      | BT      | BS      | ULL      | FL/FB    | DS       |             |
| CLMF          | 2                             | 3      | 6        | 4       | 5       | 4        | 3        | 6        | 33 (44.6) * |
| BLF           | 1                             | 2      | 4        | 1       | 3       | 2        | 3        | 5        | 21 (28.4)   |
| SF            | 0                             | 0      | 1        | 4       | 1       | 2        | 3        | 4        | 15 (20.3)   |
| CF            | 0                             | 0      | 1        | 0       | 0       | 2        | 1        | 1        | 5 (6.8)     |
| 合计 Total      | 3(4.1)                        | 5(6.6) | 12(16.2) | 9(12.3) | 9(12.3) | 10(13.5) | 10(13.5) | 16(21.6) | 74          |

\* CLMF: 针阔混交林 Coniferous and broad-leaved mixed forest; BLF: 阔叶林 Broad-leaved forest; SF: 灌木林 Shrub forest; CF: 针叶林 Coniferous forest; BG: 裸地 Bare ground; BOG: 杂草基部 Base of grass; BT: 乔木基部 Base of tree; BS: 灌木基部 Base of shrub; ULL: 落叶层下 Under leaf litter; FL/FB: 倒木/枯枝 Fallen log/fallen branch; DS: 死树桩 Dead stump; T: 白蚁巢 Termitarium. 表中括号内的数字为百分比 In the table all bracketed numbers indicating percentages

表 2 大雾岭保护区蚂蚁名录  
Table 2 List of ant species at Dawuling Nature Reserve

| 物种 Species                               | 丰富度 Abundance | 物种 Species                              | 丰富度 Abundance |
|------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------|---------------|
| 1. 光柄行军蚁 <i>Aenictus laeviceps</i>       | +             | 17. 扁头猛蚁 sp.2 <i>Pachycondyla</i> sp.2  | +             |
| 2. 江华弓背蚁 <i>Camponotus jianghuaensis</i> | +             | 18. <i>Paratopula</i> sp.1              | +             |
| 3. 和平弓背蚁 <i>Camponotus mitis</i>         | +             | 19. 布立毛蚁 <i>Paratrechina bourbonica</i> | +++           |
| 4. 弓背蚁 sp.1 <i>Camponotus</i> sp.1       | +             | 20. 布立毛蚁 sp.1 <i>Paratrechina</i> sp.1  | +             |
| 5. 槽结粗角蚁 <i>Cerapachys sulcinodis</i>    | +             | 21. 布立毛蚁 sp.2 <i>Paratrechina</i> sp.2  | +             |
| 6. 隐猛蚁 sp.1 <i>Cryptopone</i> sp.1       | +             | 22. 大头蚁 sp.1 <i>Pheidole</i> sp.1       | ++            |
| 7. 姬猛蚁 sp.1 <i>Hypoponera</i> sp.1       | +             | 23. 大头蚁 sp.2 <i>Pheidole</i> sp.2       | +++           |
| 8. 毛蚁 sp.1 <i>Lasius</i> sp.1            | +++           | 24. 大头蚁 sp.3 <i>Pheidole</i> sp.3       | +++           |
| 9. <i>Lepisiota</i> sp.1                 | +             | 25. 大头蚁 sp.4 <i>Pheidole</i> sp.4       | ++            |
| 10. 基氏细猛蚁 <i>Leptogenys kitteli</i>      | +++           | 26. 双齿多刺蚁 <i>Polyrhachis dives</i>      | ++            |
| 11. 细猛蚁 sp.1 <i>Leptogenys</i> sp.1      | +             | 27. <i>Polyrhachis tyrannicus</i>       | +             |
| 12. 山大齿猛蚁 <i>Odontomachus monticola</i>  | ++            | 28. <i>Prenolepis emmae</i>             | ++            |
| 13. 横纹齿猛蚁 <i>Odontomachus transversa</i> | +             | 29. 前结蚁 sp.1 <i>Prenolepis</i> sp.1     | +             |
| 14. 敏捷扁头猛蚁 <i>Pachycondyla astuta</i>    | ++            | 30. 长猛蚁 sp.1 <i>Proceratium</i> sp.1    | +             |
| 15. <i>Pachycondyla obscurans</i>        | ++            | 31. 拟毛蚁 sp.1 <i>Pseudolasius</i> sp.1   | +++           |
| 16. 扁头猛蚁 sp.1 <i>Pachycondyla</i> sp.1   | +             |                                         |               |

表 3 大雾岭保护区白蚁名录  
Table 3 List of termite species at Dawuling Nature Reserve

| 物种 Species                                          | 丰富度 Abundance | 物种 Species                                 | 丰富度 Abundance |
|-----------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------|---------------|
| 1. 黑翅土白蚁 <i>Odontotermes formosanus</i>             | +++           | 7. 铲头堆砂白蚁 <i>Cryptotermes angustinotus</i> | +             |
| 2. 黄翅大白蚁 <i>Macrotermes barneyi</i>                 | +++           | 8. 黄胸散白蚁 <i>Reticulitermes flaviceps</i>   | +++           |
| 3. 台湾乳白蚁 <i>Coptotermes formosanus</i>              | +             | 9. 海南土白蚁 <i>Odontotermes hainanensis</i>   | +             |
| 4. 山林原白蚁 <i>Hodotermopsis sjostedti</i>             | ++            | 10. 扭白蚁 <i>Capritermes nitobi</i>          | +             |
| 5. 扬子江近扭白蚁 <i>Pericapritermes jangtsekiangensis</i> | +             | 11. 遵义土白蚁 <i>Odontotermes zunyiensis</i>   | +++           |
| 6. 亮白蚁 sp.1 <i>Euhamitermes</i> sp.1                | ++            | 12. 奇鼻象白蚁 <i>Nasutitermes mirabilis</i>    | ++            |
|                                                     |               | 13. 新白蚁 sp.1 <i>Neotermes</i> sp.1         | +             |

2.2.2 食谱与偏爱指数 共采集到残留食物 74 份,隶属 9 属 11 种,占保护区蚁类种数 25%,这 11 种蚁类构成穿山甲的食谱(表 4),其中蚂蚁 5 属 5 种,占蚂蚁种数 16.13%,白蚁 4 属 6 种,占白蚁种数 46.15%。从表 4 可以看出,穿山甲最喜爱的蚁类依次是台湾乳白蚁、黄翅大白蚁、双齿多刺蚁;冬季食谱

以白蚁为主,夏季以蚂蚁为主,黄翅大白蚁、台湾乳白蚁、双齿多刺蚁在冬、夏季食谱中均出现,可能是穿山甲食谱中重要的食物;白蚁的偏爱指数为正值,蚂蚁的为负值,蚂蚁物种被拒食的比例(83.87%,26/31)比白蚁的(53.85%,7/13)大(表 2,3,4),表明穿山甲更喜欢白蚁。

表 4 大雾岭保护区中国穿山甲食谱  
Table 4 Diet of *M. pentadactyla* at Dawuling Nature Reserve

| 物种 Species                               | 采集季节 Collecting season * | $F_i$ | $f_i$ | $r_i$  | $P_i$  | PI      |
|------------------------------------------|--------------------------|-------|-------|--------|--------|---------|
| 白蚁 Termites                              |                          | 39    | 57    | 0.5270 | 0.4914 | 0.0350  |
| 1. 黑翅土白蚁 <i>Odontotermes formosanus</i>  | S                        | 13    | 17    | 0.1757 | 0.1466 | 0.0903  |
| 2. 黄翅大白蚁 <i>Macrotermes barneyi</i>      | S, W                     | 16    | 13    | 0.2162 | 0.1121 | 0.3171  |
| 3. 台湾乳白蚁 <i>Coptotermes formosanus</i>   | S, W                     | 6     | 4     | 0.0811 | 0.0345 | 0.4031  |
| 4. 海南土白蚁 <i>Odontotermes hainanensis</i> | W                        | 1     | 4     | 0.0135 | 0.0345 | -0.4375 |
| 5. 扭白蚁 <i>Capritermes nitobi</i>         | W                        | 1     | 4     | 0.0135 | 0.0345 | -0.4375 |
| 6. 遵义土白蚁 <i>Odontotermes zunyiensis</i>  | W                        | 2     | 15    | 0.0270 | 0.1293 | -0.6445 |
| 蚂蚁 Ants                                  |                          | 35    | 59    | 0.4730 | 0.5086 | -0.0363 |
| 7. 双齿多刺蚁 <i>Polyrhachis dives</i>        | S, W                     | 11    | 9     | 0.1486 | 0.0776 | 0.3139  |
| 8. 布立毛蚁 <i>Paratrechina bourbonica</i>   | S                        | 5     | 15    | 0.0676 | 0.1293 | -0.3134 |
| 9. 大头蚁 sp.2 <i>Pheidole</i> sp.2         | S                        | 10    | 22    | 0.1351 | 0.1897 | -0.1681 |
| 10. 山大齿猛蚁 <i>Odontomachus monticola</i>  | S                        | 6     | 9     | 0.0811 | 0.0776 | 0.0221  |
| 11. 弓背蚁 sp.1 <i>Camponotus</i> sp.1      | S                        | 3     | 4     | 0.0405 | 0.0345 | 0.0800  |
| 合计 Total                                 |                          | 74    | 116   | 1.0000 | 1.0000 | -       |

\* S: 夏季 Summer; W: 冬季 Winter

2.3 胃内容物分析

胃内容物统计见表 5,重为自然晾干后恒重,以蚁类为主(>99%,目估),有白蚁成虫的翅和蚁后的体节,表明蚁类是中国穿山甲的主要食物;沙粒、小碎石等其它成分<1%(目

估),可能是偶然吞咽下去的,83.3%(10/12)胃样本含有小碎石,有可能它对穿山甲是重要的,Kingdon 认为砂粒和小碎石有助于磨碎蚁类坚硬厚实的几丁质外骨骼<sup>[18]</sup>。根据胃内容物重量判断,穿山甲一次进食最高可达 670 g。人工饲养测得一头体

重 8 585 g 的雄性穿山甲和一头体重 3 230 g 的雌性穿山甲,平均每次食蚁量分别为 654 g ( $N = 5$ ) 和 344 g ( $N = 5$ )<sup>[9]</sup>. 冬季(12 月、1 月、2 月)获得的样本中白蚁占的比例大,根据兵蚁的头部形态判断主要是黑翅土白蚁和黄翅大白蚁,二者至少占 70% (目估),对冬季食谱贡献大;夏季(7 月、8 月)的样本中

蚂蚁比例大(表 5),说明穿山甲在冬季主要取食白蚁,在夏季主要取食蚂蚁,与野外观察一致.

2.4 粪便分析

分析结果见表 6. 含小碎石的样本数占较大比例(62. 5%, 5/8),与胃分析结果一致. 未见植物种子.

表 5 穿山甲胃内容物统计  
Table 5 Statistics of stomach contents of 12 pangolins

| 项目 Items                     | 胃样本号 No. of stomach samples |        |        |        |       |       |       |       |       |       |       |       | 合计 Total |
|------------------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
|                              | 1                           | 2      | 3      | 4      | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    |          |
| 砂粒 Sands                     |                             | +      |        |        | +     |       |       |       | +     | +     | +     | +     | 6        |
| 小碎石 Stones                   | +                           | +      | +      | +      |       | +     | +     | +     |       | +     | +     | +     | 10       |
| 草 Grasses                    |                             | +      |        |        | +     |       |       |       | +     | +     | +     | +     | 6        |
| 枝条 Twigs                     | +                           |        | +      |        |       |       | +     |       | +     |       | +     | +     | 6        |
| 朽木片 Deadwood                 |                             |        | +      |        |       |       |       |       |       | +     | +     |       | 3        |
| 植物种子 Seeds                   |                             |        |        |        |       |       |       |       | +     |       |       | +     | 2        |
| 蚂蚁 Ants                      | +                           | +      | +      |        | +     |       | +     |       | +     | +     | +     | +     | 9        |
| 白蚁 Termites                  | +                           | +      | +      | +      | +     | +     | +     | +     |       |       | +     |       | 9        |
| T/A                          | 5/1                         | 10/1   | 10/1   | 1/0    | 10/1  | 1/0   | 1/1   | 1/0   | 0/1   | 0/1   | 1/10  | 0/1   |          |
| 胃内容物重 Weight (m/g)           | 251                         | 375    | 150    | 625    | 120   | 410   | 270   | 375   | 580   | 320   | 670   | 423   |          |
| 获得时间 Collecting time (Month) | 11Nov.                      | 12Dec. | 12Dec. | 12Dec. | 1Jan. | 1Jan. | 1Jan. | 2Feb. | 7Jul. | 7Jul. | 7Jul. | 8Aug. |          |

T/A: 每个胃样本中白蚁与蚂蚁数量之比(目测) The ratio of termites to ants in a stomach sample (by ocular estimation)

表 6 穿山甲粪便分析结果  
Table 6 Analysis of *M. pentadactyla* droppings

| 项目 Items            | 粪便样本号 No. of dropping samples |   |   |   |   |   |   |   | 合计 Total |
|---------------------|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|----------|
|                     | 1                             | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |          |
| 砂粒 Sands            |                               | + |   |   |   |   |   | + | 2        |
| 小碎石 Stones          | +                             |   | + |   | + | + | + |   | 5        |
| 草 Grasses           |                               | + |   | + |   |   |   |   | 2        |
| 枝条 Twigs            |                               |   | + |   |   |   | + |   | 2        |
| 朽木片 Deadwood        |                               |   |   |   | + |   |   |   | 1        |
| 蚂蚁/白蚁 Termites/Ants | +                             | + | + | + | + | + | + | + | 8        |

此在冬季较易观察到穿山甲挖掘不久的新鲜洞穴,而在夏季则较难发现. 在冬季,穿山甲通常开挖白蚁巢,放弃蚂蚁巢,可能与白蚁巢生物量大、蚂蚁巢生物量小有关. 蚂蚁巢的生物量一般不超过 1 万头,而白蚁巢的生物量可在几万、几十万以上,最高可达到数百万<sup>[16, 17]</sup>. 穿山甲选择生物量较高的白蚁巢取食,符合“投资与收益”的最优化觅食理论,因为打洞取食是高能量投入行为. 这也是穿山甲冬季食谱以白蚁为主的原因. 在夏季,蚂蚁和白蚁都接近地表活动,但生态位不同,蚂蚁在地面上活动,白蚁则在地表下蚁道内活动,通常离地面 20 cm,蚂蚁比白蚁更容易被穿山甲得到,以致夏季穿山甲的食谱以蚂蚁为主.

3.2 食物的选择与偏爱

以前人们只知道穿山甲食蚁类,很少知道有些蚁类被拒食,对蚁类有明显的选择和偏爱. 大雾岭保护区有蚂蚁和白蚁共 44 种(表 2,表 3),但穿山甲仅取食其中的 11 种(表 4);布立毛蚁和遵义土白蚁十分常见,但被取食次数不多,在食谱中偏爱指数最低(表 2,表 3,表 4),说明最常见的蚁类穿山甲不一定喜爱;台湾乳白蚁并不常见,但被取食次数相对较多,偏爱指数最大(表 2,表 3,表 4),说明不常见的蚁类穿山甲也不一定不喜爱. 最优化觅食理论指出,动物选择什么样的食物,除了与遗传因素有关外,还与巨大的进化选择压力有关. 进化选择压力要求动物的觅食效率达到最大,最大限度地减少搜寻、猎取、处理和消化食物的时间和能量,选择对自己最有利的食物,偏爱那些容易获得、营养价值高、易消化、单位时间内摄取量大、反捕食能力差的食物,以较少的投资获得最大的收益,被摄取的食物是“投资 - 收益”充分权衡后的结果;当有利食物很多时,即使有利性较小的食物很常见,也会被捕食者拒食<sup>[22]</sup>. 野外观察表明,穿山甲通常取食个体大( $> 4.5$  mm,  $N = 10/11$ )、群体密度高的蚁类,比较偏爱的黄翅大白蚁、台湾乳白蚁、黑翅土白蚁、双齿多刺蚁个体长均大于 5.5 mm,群体数量

3 讨论

3.1 觅食行为与食谱组成

本研究进一步揭示了中国穿山甲的食谱组成. 史有青等记录到中国穿山甲食物 3 种<sup>[9]</sup>,刘振河等记录到 6 种<sup>[10]</sup>,徐龙辉等记录到 6 种<sup>[19]</sup>,诸葛阳记录到 4 种<sup>[20]</sup>. 综合这些资料及我们记录到的物种,中国穿山甲食物已达 15 种,其中白蚁 9 种,蚂蚁 6 种,它们是黑翅土白蚁、黄翅大白蚁、台湾乳白蚁、海南土白蚁、扭白蚁、遵义土白蚁、黑胸散白蚁(*Retictitermes chinensis*)、海南乳白蚁(*Coptotermes hainanensis*)、海南散白蚁(*Reticulitermes hainanensis*)、双齿多刺蚁、举尾蚁(*Cremastogaster rogenhoferi*)、布立毛蚁、大头蚁 sp. 2、山大齿猛蚁、弓背蚁 sp. 1. 本研究记录到的食物中有 6 种没有被他人记录到,表明中国穿山甲的食谱存在地理分布上的差异. 黄翅大白蚁、台湾乳白蚁在所有的记录中均存在,偏好性指数比其它猎物高(表 4),很可能是中国穿山甲食谱中的关键食物,它们的分布对决定中国穿山甲的分布可能是重要的. 资料表明,中国穿山甲的分布与这两种白蚁的分布完全重叠<sup>[4, 5, 16, 17, 21]</sup>.

观察到中国穿山甲的挖掘行为主要发生在冬季,这个季节大雾岭保护区气温最低,蚁类由夏季地表活动转入到地下深处蚁巢内活动,穿山甲也随之由夏季地表舔食转为挖巢取食,因

一般在几万至几十万甚至数百万<sup>[16, 17]</sup>;未被穿山甲食用的蚁类,通常个体小( $<4.5\text{ mm}$ ,  $N=28/33$ ),群体密度低,如前结蚁 sp. 1、山林原白蚁、铲头堆砂白蚁等蚁类的群体数量仅几百至几千头<sup>[16, 17]</sup>。蚁类的个体大小和群体密度可能是影响穿山甲食物选择和偏爱的重要因子。因为个体大、密度高的种类,单位时间内摄取量大,能够提高穿山甲的觅食效率。中国穿山甲不喜爱十分常见的布立毛蚁,可能就是因为它个体小( $2\sim2.5\text{ mm}$ ),在地表活动时群体十分分散的缘故。开普穿山甲(*Manis temminckii*)也是专食蚁类的动物,对蚁类也表现出选择和偏爱。Sweeney 观察到开普穿山甲拒食 20 种常见的蚂蚁,只有 2 种个体较大的被食<sup>[23]</sup>;将野外采集到的 6 种白蚁巢,放到 2 头开普穿山甲的笼舍内,发现只有两种巢内的白蚁被捕食,其它巢嗅闻后即放弃<sup>[23]</sup>。Swart 等在开普穿山甲的栖息地内记录到蚂蚁和白蚁 55 种,但只有 20 种(45.45%)被取食,最偏爱个体较大的 6 种,体长均大于  $5\text{ mm}$ <sup>[24]</sup>。通过模型敏感性分析,认为影响开普穿山甲食物选择的重要因子是蚁类群体密度和个体大小<sup>[24]</sup>。开普穿山甲也不喜食以下几种蚁类:兵蚁个体大,下颚发达有力,能紧夹开普穿山甲舌头,使其疼痛难忍的;遭到捕食后,能迅速聚集,猛力叮咬,从毒腺喷射蚁酸到伤口的;能产生强烈刺激气味气体的;或遭到捕食后,能快速扩散,群体密度迅速降低的<sup>[23~25]</sup>。中国穿山甲不喜欢常见的遵义土白蚁,可能就是因为它的兵蚁个体强壮,下颚强大有力,聚集、扩散迅速,反捕食能力强。我们记录到白蚁巢的深度通常都在  $1\text{ m}$  以上(28/32),有一台湾乳白蚁巢深  $2.5\text{ m}$ ,外壳  $3.6\text{ cm}$  厚,象砖头一样坚硬,中国穿山甲也能够将它挖出,弄破它的外壳,食到巢内白蚁,表明中国穿山甲有较强的取食能力,能够取食它喜爱的但难以获得的蚁类,这与开普穿山甲不同。开普穿山甲从不挖掘较深、壳较硬的蚁巢<sup>[24, 25]</sup>,可能与其食物资源丰富、易获得有关。开普穿山甲生活在非洲热带稀树大草原,那里气候四季炎热,蚁类物种丰富,多数全年在地表活动,它们无需投入能量挖巢取食。长期的适应进化导致开普穿山甲的挖掘能力十分有限,形态上不像中国穿山甲对挖掘有很好的适应,通常挖掘深度不超过  $10\text{ cm}$ <sup>[23~25]</sup>。

**致谢** 感谢大雾岭保护区提供研究基地并派人参加野外工作,感谢茂名市森林公安分局、湛江市森林公安分局提供穿山甲研究标本以及华南昆虫研究所帮助鉴定蚁类标本。

### References

- Corbet GB, Hill JE. A World List of Mammalian Species 2<sup>nd</sup> ed. London: British Museum, 1986
- Nowak RM. Walker's Mammals of the World. Baltimore, Maryland, USA: The John Hopkins University Press, 1991
- Wilson DE, Reeder DM. Mammal Species of the World, A Taxonomic and Geographic Reference 2<sup>nd</sup> ed. Washington: Smithsonian Institution Press, 1993
- 王应祥. 中国哺乳动物种和亚种分类名录与分布大全. 北京: 中国林业出版社, 2003
- Allen GM. The mammals of China and Mongolia (Part I). New York: Amer Mus Nat Hist, 1938
- 汪松. 中国濒危动物红皮书·兽类. 北京: 科学出版社, 1998
- Wu SB (吴诗宝), Liu NF (刘迺发), Zhang YM (张迎梅), Ma GZ (马广智). Assessment of threatened status in Chinese pangolin (*Manis pentadactyla*). *Chin J Appl Environ Biol* (应用与环境生物学报), 2004, **10** (4): 456~461
- Wu SB (吴诗宝), Ma GZ (马广智), Tang M (唐玫), Chen H (陈海), Liu NF (刘迺发). The status and conservation strategy of pangolin resource in China. *J Nat Res* (自然资源学报), 2002, **17** (2): 174~180
- Shi YQ (史有青). Food habits on Chinese pangolin. *Chin Wildlife* (野生动物), 1985, **6** (6): 42~43
- Liu ZH (刘振河), Xu LH (徐龙辉). Pangolin's habits and its resource protection. *Chin J Zool* (动物学杂志), 1981, **16** (1): 40~41
- Jiang HS (江海声). Preliminary observation on pangolin's active habits. *Chin Wildlife* (野生动物), 1988, **9** (4): 11~13
- Chao JT. Notes on a newborn Formosan pangolin, *Manis pentadactyla pentadactyla*. *J Taiwan Museum*, 1993, **46** (1): 43~46
- Wu SB (吴诗宝), Liu NF (刘迺发), Ma GZ (马广智), Xu ZR (徐昭荣), Chen H (陈海). Preliminary study on habitat selection by Chinese pangolin (*Manis pentadactyla*) in winter in Dawuling natural reserve. *Acta Ecil Sin* (生态学报), 2003, **23** (6): 1079~1086
- Wu SB (吴诗宝). Notes on Chinese pangolin (*Manis pentadactyla aurita*). *J Qinghai Norm Univ (Nat Sci Ed)* (青海师范大学学报自然科学版), 1998 (1): 40~42
- 张金泉. 广东省自然保护区. 广州: 广东旅游出版社, 1997. 195~205
- 吴坚, 王常禄. 中国蚂蚁. 北京: 中国林业出版社, 1995
- 李桂祥. 中国白蚁及其防治. 北京: 科学出版社, 2002
- Kingdon J. East African Mammals. Vol I. London: Academic Press, 1971
- 徐龙辉, 刘振河, 廖维平. 海南岛的鸟兽. 北京: 科学出版社, 1983
- 诸葛阳. 浙江动物志兽类. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1989
- 黄复生, 朱世模, 平正明, 何秀松, 李桂祥, 高道荣. 中国动物志·昆虫纲: 第十七卷 等翅目. 北京: 科学出版社, 2000
- 尚玉昌. 行为生态学. 北京: 北京大学出版社, 1998
- Sweeney RHC. Some notes on the feeding habits of the ground pangolin, *Snnutisa temminckii* (Smuts). *Ann Mag Nat Hist*, 1956, **2**: 893~896
- Swart JM, Richardson PRK, Ferguson JWH. Ecological factors affecting the feeding behaviour of pangolins (*Manis temminckii*). *J Zool Lond*, 1998, **247**: 281~292
- Richer RA, Coulson IM, Heath ME. Foraging behaviour and ecology of the Cape pangolin (*Manis temminckii*) in north-western Zimbabwe. *Afr J Ecol*, 1997, **35**: 361~369