蜣螂的生态价值和保护意义*

白 明** 杨星科***

(中国科学院动物研究所 北京 100101)

Ecological value and conservation significances of dung beetles. BAI Ming**, YANG Xing-Ke***(*Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences*, Beijing 100101, China)

Abstract Dung beetles are prime contributors to the cyclic breakdown of organic wastes and to the redistribution of biologically useful substances in communities. The ecological values of dung beetles were reviewed, including dung transferring to underground, secondary seed dispersers, pollination, biological control, intermediate hosts of parasites, broadly applications, bionic and theory importance. The imminency and signification of dung beetles conservation were proposed.

Key words dung beetle, ecological system, conservation, biodiversity

摘 要 蜣螂通常以粪便或腐殖质为食,在生态系统平衡中具有重要的作用。文章系统介绍蜣螂的生态价值,包括转将运粪便到地下、对种子二次传播的作用、传粉作用、对有害生物的控制作用和寄生虫的中间宿主,以及广阔的开发应用前景、重要仿生学意义和重大理论意义,并进一步提出蜣螂保护的迫切性和重要意义。

关键词 蜣螂,生态系统,保护,生物多样性

蜣螂(dung beetle)全世界约有5 000种,近240属,分布很广,除海洋和南极洲外均有分布,甚至在北极圈内、沙漠中也有分布。古埃及人观察到蜣螂具滚粪球(rolling dung ball)的行为(封面),并把这种行为与太阳的东升西落联系起来,所以在埃及神话传说中,蜣螂是太阳神(the God of Sol-Escarabajo),负责太阳的升落,所以蜣螂也被称为圣甲虫。然而正是这圣甲虫,由于其以粪便为食的习性,令很多人无法接受,在有些国家的文化中认为蜣螂是邪恶的象征,是魔鬼。不论其在各地文化中的角色如何,它们在生态系统平衡中起着重要的作用。

1 蜣螂在生态系统中的作用

1.1 转运粪便到地下

1.1.1 对粪便及腐殖质的分解 草地牛粪的堆积能提高牛粪堆下土壤水分、有机质、全氮、全磷和全钾的含量,降低土壤pH值,因而改善土壤理化性质,利于周围植物生长。但是新鲜牛粪质地粘稠,破碎化和分解速度缓慢,造成牛粪下植物缺氧、少光而死亡。牛粪堆积导致植物生长面积变小,只能延及到牛粪堆外围3~5 cm处,造成其影响范围内的草地生产力降低,并且导致牲畜拒绝取食牛粪周围的牧草面积高达牛粪面积的17.5倍[1],因此会造成草地资源浪费。仅美国每年蜣螂转运家畜粪便这一过程的就可避免损失约38万美元(表1)[2]。

蜣螂对哺乳动物粪便的快速破碎化、营养物质转移起到关键作用。哺乳动物粪便经过蜣螂的消化系统后,仅少量被吸收消化,大部分被蜣螂排泄到土壤中,这无疑增加了土壤的肥力。另外蜣螂在土壤中掘洞,也疏松了土壤。刘新民分析了在试验条件和自然状况下马(牛)粪的水分丢失和化学成分变化的特点以及与蜣螂的关系。结果表明,试验条件下,无蜣螂作用

* 国家基础科学人才培养基金(NSFC-J0630964/J0109)。

** E-mail:baim@ioz.ac.cn

*** 通讯作者,E-mail:yangxk@ioz.ac.cn

收稿日期:2008-12-04,修回日期:2008-12-19

时，马粪的自然失水随时间成线性变化 在蜣螂的作用下，失水减慢。试验条件下，经蜣螂作用的马粪水浸液中的有机质含量有减少的趋势，灰分含量未减少，即蜣螂主要取食马粪中的有机质 在自然情况下，马（牛）粪分解过程中化学元素的含量损失有 2 种情况，1 种是含量损失由未分解阶段到半分解阶段较大，另 1 种是含量损失在由半分解阶段到分解阶段时较大，单位重量粪中灰分的含量随分解时间变化不大，但由新鲜粪便到完全分解灰分肯定是减少的。在粪的分解过程中，有机质的损失快于灰分[1]。

在自然环境中，多数野生哺乳动物、尤其是草食动物喜群居，用来保护自己，如野马、野驴、角马、羚羊、藏野驴、斑马、犀牛、大象、非洲水牛、羚牛等 很多犬科动物都是群居，如狼、豺、鬣狗等 所有的灵长目动物也是群居，如金丝猴、黑猩猩、狒狒、长臂猿以及人等。很多野生动物种群数量非常大，如世界上最大的动物群是东非羚羊，1 个群里可以超过 1 亿头（在哺乳动物里），这些野生动物每日产出的粪便也是惊人的，蜣螂等粪食性昆虫对粪便的分解作用对于保持生态系统平衡具有重要意义。

蜣螂使人类受益的不仅仅是清除牲畜粪便，在发展中国家亦扮演重要角色，如在世界人口第二、缺乏足够卫生设施的印度据估计蜣螂每天至少清除 50 至 60 吨人类排泄物[3]。

表 1 每年蜣螂转运家畜粪便经济性评估*

（单位 百万美元）

损失原因	估计的损失		避免的损失
	无蜣螂活动	有蜣螂活动	
草料玷污	0. 65	0. 53	0. 12
氮循环	0. 31	0. 25	0. 06
寄生虫	0. 98	0. 91	0. 07
蝇类	1. 83	1. 70	0. 13
损失总计			0. 38

* 引自 Losey & Vaughan，2006[2]。

1. 1. 2 引种 人类第一次引种蜣螂是在 1906 年防治源自欧洲的角蝇 *Haematobia irritans* 在夏威夷的肆虐，而引种蜣螂到澳大利亚清除牛粪是一个家喻户晓的案例。

由于历史的原因，自 1778 年第一批 7 头牛从英国被带到澳洲起，澳洲大陆上逐渐出现了大量的牲畜，其适宜的草场和气候使其奶和肉的品质较高，目前已经达到 3 000 万头，但这些牲畜不仅仅带来滚滚的财源也产生了大量的粪便，据统计每年产粪达 3 353 万吨（以干燥粪便统计），这些粪便的处理让人大伤脑筋。以 3 000万牲畜每天排便 12 坨计算，可覆盖 250 万 hm^2 的牧地，这些粪便经过长时间的干燥和自然风化以及动物践踏才会逐渐分解，而沾染了粪便的牧草牲畜会避免取食。另外衍生的问题是蝇类的大量滋生，这些蝇类可以叮咬牲畜和人类，某些蝇类还会影响牛皮质量，据估计每年可造成肉类加工业和羊毛皮革业 250 万英镑损失。本应扮演分解和转运粪便的蜣螂却难以发挥其作用，由于澳洲缺乏大型胎盘类草食动物，有袋类如袋鼠产生的粪便是干燥、珠状的粪球，土著蜣螂的食性特化为袋鼠类型的粪便且多分布在森林，对于草地上大团潮湿的牛粪不感兴趣，甚至躲避，仅少量的土著蜣螂取食牛粪，但这对于巨量的牛粪而言[4]，无疑是杯水车薪。也许经过漫长的进化历程，澳洲土著蜣螂会逐渐对牛粪产生兴趣，但谁也不会坐等土著蜣螂的逐渐进化。最早被引进澳大利亚清除牛粪的蜣螂是在 19 世纪末，引进的是非洲 *Onthophagus* 属种类，但不幸并未成功。

为摆脱这个尴尬的局面，澳大利亚组织专家从 1960 开始进行外来蜣螂引介及繁殖的计划。Bornemissza 为首的专家组奔赴非洲并建立实验站，用以选择最适宜的蜣螂。之所以选择在非洲建立实验站是因为分布于非洲的蜣螂种类繁多，约占已知种类的 40% 以上，这是与非洲大量草食性哺乳动物如斑马、象、羚羊等协同进化的结果，很多蜣螂已特化为专门处理这些哺乳动物大量且潮湿的粪便，一堆象粪可以在 2 h 内被超过 7 000 只 10 种蜣螂以推滚或者直接掘洞的方式转移到地下。在 1968 至 1982 年间，他们共引进欧、亚、非洲各地 45 种蜣螂及少量粪金龟和阎甲，其中大多来自非洲及南欧

的种类,也有来自中国的神农洁蜣螂,当年还在《人民日报》头版刊登了消息。蜣螂全部以消毒过的卵来引进,在释放前在实验室中饲养 1 或多代,若实验室饲养效果不佳则未释放,虽然一半以上的种类并未成功繁衍和生存下来,如今只能找到其中的 22 种,但这个计划可谓成功。澳大利亚的草场重新焕发生机,后来这些引种成功的种类也被引种到北美、新西兰和太平洋的一些小岛上。澳大利亚南部自 20 世纪 60 年代开始引进蜣螂,17 种在新南威尔士存活,4 种在维多利亚,4 种在塔斯马尼亚岛,但他们的自然迁移速率很低,释放 10 年后,扩张半径仅 100 km,许多适宜其生活且迫切需要的地区仍未分布,为加速扩张速度,通过人工收集并再释放的方法,使蜣螂的分布更加广泛。澳大利亚西部自 1972 年开始引种 14 种蜣螂,其中 9 种存活。

由于在引种前已对被引种类进行考查和评估,而且澳大利亚草原地带土著蜣螂种类稀少,所以引种的蜣螂与土著蜣螂并未形成竞争的局面,相反由于生态位的取向不同而形成互为补充的良性局面。

对于引种蜣螂未存活的原因很多,有些是实验室很难饲养,达不到释放并建立种群的标准,有些蜣螂自身体质或者适应能力的原因,有些种类原产地为沙地或灌木林地,难以适应澳大利亚草原黏土和泥沙混合的土壤。Holm 在向美洲引种蜣螂时,充分调查和对比原产地与美洲物种栖息地,包括土壤物理性质和组成,地上植物种类等,在 1972 年分 2 批释放约 5 000 只嗡蜣螂,在 1973 年底扩展半径已经达到 16 km,1974 年达到 32 km,至 1976 年 10 月,已经有 18 个得克萨斯洲南部郡分布该种蜣螂,面积达 172 万 hm^2,根据调查评估,由于该种蜣螂的引入,角蝇数量减少 37%,其他蝇类数量减少 63%。

1.1.3　对种子二次传播的作用　蜣螂是植物种子“二次”传播的一个重要途径。很多植物种子在草食动物消化道中不会被破坏,随着草食动物的粪便而被“第一次”传播到其他地方。在野外有时可以见到在地表时间比较长的粪便上会有种子萌发。蜣螂可将粪便中的种子“二次”传播,这对于植被恢复和涵养具有重要意义。

种子的大小、首次掉落地面的时间、种子周围粪便的种类和量的多少以及季节,都会影响粪食性金龟对植物种子二次扩散作用的程度。在亚马逊雨林,以塑料球模拟种子的研究表明,有 6% ~73% 的模拟种子被埋于 0.5 ~7.0 cm 深度范围的土壤中,模拟种子增大时,被埋的比例和深度均减小,周围粪量增加时被埋的比例和深度均随之增加[5]。种子埋藏于地下,也并非全部能够萌发。姜世成等研究发现内蒙古草原上的牛粪中种子主要以稗草为主,其次是蒲蓄蓼(*Polygonum aviculare*)[6]。

1.1.4　传粉作用　兰花蕉科隶属姜目,仅包含兰花蕉属(*Orchidantha*),世界已知 11 种,分布于加里曼丹、马来半岛、中印半岛和中国云南、广西、广东和海南等地,是我国国家三级保护植物。Sakai & Inoue 等在马来西亚沙劳越发现 1 种兰花蕉科植物(*Orchidantha inouei*)可以释放粪臭味,该味道可以吸引嗡蜣螂属 *Onthophagus* 和异裸蜣螂属 *Paragymnopleurus* 昆虫访花,间接为其授粉。该植物在清晨 7 点 30 分左右开花,臭味和花粉囊同时释放和打开,花期通常不超过 24 h,但臭味在夜间则逐渐变弱,且只能持续到午夜。蜣螂访花时,头部和背面会沾上花粉[7](图 1 ~5)。

传统观点认为兰花蕉科植物无蜜腺,但温颖群和廖景平[8]在对兰花蕉花解剖的观察中发现蜜腺,在兰花蕉花的延长部和子房胎座的中部有 3 条侧蜜腺管,出口在花柱基部,但这些蜜腺管断断续续,较为退化且不产生花蜜,另外该花也没有为授粉昆虫提供保护场所。因此兰花蕉是姜目中惟一不产生花蜜,不依赖蜜蜂、鸟或蝙蝠等可较长距离迁徙的动物授粉且花期花费能量最少的植物。在兰花蕉 - 蜣螂传粉系统中,蜣螂扮演了受骗被动传粉的角色,在其他可产生恶臭的花是否也有蜣螂访问或者蜣螂是否为主要传粉者,仍需要进一步调查研究。我国

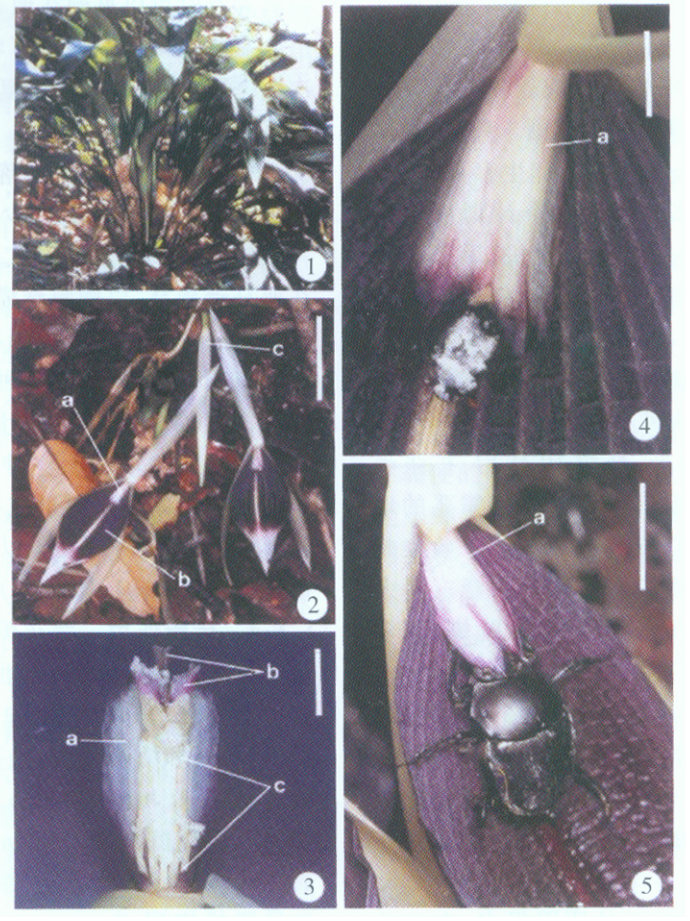

图 1 ~ 5　蜣螂的传粉作用(仿 Sakai & Inoue, 1999)

1. **植株整体观**　2. **显示花的位置,通常贴近地面,比例尺** :50 mm　3. **花冠,比例尺** :4 mm　4. **一种嗡蜣螂** *Onthophagus aurifex* **访花时背面黏上花粉,比例尺** :5 mm　5. **一种异裸蜣螂** *Paragymnopleurus pauliani* **访花,比例尺** :10 mm　a. **翼瓣**　b. **柱头**　c. **雄蕊**

分布有兰花蕉,但对于其传粉途径、是否有蜣螂参与传粉以及参与程度均需进一步研究。

1.1.5　对有害生物的控制作用　**如果哺乳动物粪便持续在地表暴露,会滋生大量双翅目昆虫,其中不乏对人类有害的双翅目昆虫,如粪蝇、牛虻等。害蝇除了传播疾病外,还能够骚扰家畜,降低奶牛产奶量,骚扰旅游区的游人,降低旅游区的品质等。蜣螂体表通常携带很多螨虫(图 6),经作者观察,螨类主要栖息在蜣螂身体被毛、沟槽或凹陷之中,如隐匿于唇基、口器、触角、前胸背板、腹部甚至后翅基部附近。**

图 6　蜣螂及其体表的螨类

(白明,2005 年 7 月 29 日摄于浙江乌岩岭自然保护区)

李超在采自青海省湟中县总寨地区的蜣螂体表发现伊螨属 *Alliphis* **一新种** :**湟中异伊螨** *Alliphis huangzhongensis*[9]**。这些螨不像寄生在**

人体的螨虫那样讨厌，相反他们是有益于人类的。这些螨是捕食性的，以双翅目昆虫的卵和幼虫为食，从而可以有效控制害蝇的数量，如巨螯螨 *Macrocheles* 取食家蝇 *Musca domestica* 的卵和幼虫。而其主要的传播途径就是通过蜣螂在不同粪堆的停靠而传播。所以蜣螂具有作为害蝇生物防治的潜质。远在 1906 年为遏制隶属家蝇科源自欧洲的角蝇在夏威夷的肆虐，当时曾从墨西哥引种蜣螂，但未能存活。1908 年从德国引种蜣螂，也没有成功。直至 1923 年，有 3 种墨西哥蜣螂在引种后存活下来，自此夏威夷角蝇数量锐减。在松嫩草地牛粪中共有大型节肢动物 3 目 8 科 15 种，粪食性型种类和个体数量占绝对优势，直蜉金龟在 4 至 6 月份和 9 月份是优势种，肖秋家蝇和东方角蝇幼虫在 7，8 月份是优势种。草地牛粪中粪甲虫和蝇幼虫种群数量季节交替变化，这也说明粪食性甲虫对有害蝇类具有一定的生物控制作用[1]。Glida 等研究发现在法国南部地中海沿岸地区 2 种巨螯螨（*Macrocheles robustulus*、*Macrocheles merdarius*）与蜣螂种群动态呈正相关，分布区重叠[10]，这也反映了蜣螂与捕食螨具明显的共生性。

1.2　寄生虫的中间宿主

1.2.1　狼旋尾线虫　线虫在大自然中无处不在，少量的线虫可以维持相对的生态平衡。目前，生态环境日趋恶化，生态平衡遭到破坏，线虫已成为世界性的害虫之一，植物受线虫危害越来越重，为农业生产带来灾难性的损失，而动物以及人类也未能幸免。

线虫遍布全球，共约 12 000 种。犬旋毛线虫病（*Canine spirocercosis*）也称犬食道虫病，病原为旋尾科、旋尾属的狼旋尾线虫，或犬血色食道口线虫（*Spirocerca lupi*），寄生于犬、狐、狼和豹的食道壁、胃壁或主动脉壁，引起食道瘤等疾病。线虫雌虫在食道壁等处的瘤肿中产卵，卵随粪便排到外界，由中间宿主食粪甲虫吞食后，孵出幼虫。鸡、爬行动物、啮齿动物等可作为转运宿主。幼虫钻入甲虫的腹腔，发育为感染性幼虫，主要在甲虫的气管上形成包囊，当这些含感染性幼虫的甲虫被犬或狐吞食后，在它们的胃中幼虫脱离包囊，钻穿胃壁，进入动脉管到达大动脉，复经血液带入食道壁和胃壁，在此发育为成虫。幼虫移行时要经过主动脉壁并在主动脉壁停留 3 个月。感染 5 ~ 6 个月后，粪便中就有虫卵排出。

该病的主要症状为犬食欲减退，吞咽困难、呕吐、干咳，口中流出大量黏液，结膜苍白，消瘦，严重者有胃扩张及神经症状，少数可因主动脉破裂，而发生大量出血后死亡。多数病狗感染后不出现临床症状。但当食道病变已形成赘生物时，同时出现脊椎炎或骨关节病肢的特征性肥大时，可认为是狼旋尾线虫感染。剖检特征为食道壁、胃壁和主动脉壁等处有线虫性瘤肿，挤压后可见虫体。虫体呈血红色，尾部卷曲呈螺旋形，雄虫长 3 ~ 4 cm，雌虫长 6 ~ 8 cm。在粪便或呕吐物中可检查出虫卵。虫卵呈长椭圆形，大小为 38 μm × 15 μm，内含有一卷曲的幼虫。该病多发生于热带、亚热带地区，我国华中、华南等地方多发，北京、张家口等地也有报道。旋尾线虫成虫呈螺旋形，血红色，粗壮。口周围有 2 个分为 3 叶的唇片。雄虫长 30 ~ 54 mm 尾部有尾翼和许多乳突，有 2 根不等长的交合刺。雌虫长 54 ~ 80 mm。卵壳厚，产出时已含幼虫。虫卵呈长椭圆形，大小为（30 ~ 37）μm ×（11 ~ 15）μm。旋尾线虫发育中需食粪食性甲虫，主要是蜣螂，或者其他昆虫如蟑螂、蟋蟀等作为中间宿主。成虫通过食道破口产卵于食道腔，经消化道随粪便排出体外。虫卵被中间宿主吞食后孵化出幼虫，幼虫在中间宿主体内发育为感染性幼虫。犬、狐等吞食了含感染性幼虫的甲虫等而感染。若甲虫等被不适宜的动物如鸟类、两栖类、爬行类动物吞食，感染性幼虫即在这些动物体内形成包囊，仍可作为感染来源。犬等吞食中间宿主后，感染性幼虫钻入胃壁动脉壁并移行到主动脉壁，再通过胸腔的结缔组织移行到食道壁。从感染到发育为成虫排出虫卵约需 5 个月。

狼旋尾线虫在国外已有人体病例的报告，其病理性肉牙肿与肉瘤之间有病因学关系[11]。

旋尾属其他种类如旋毛形线虫 *Trichinella spiralis* 为人畜共患寄生虫，成虫和幼虫在同一个宿主体内，但完成生活史需要转换宿主。人或多种哺乳动物既是终宿主也是中间宿主。

1.2.2 其他寄生虫及致病菌 金龟子也可作为蛔虫的中间宿主。扁形动物门的绦虫生活史一般需 1 ~ 2 个中间宿主，终宿主为猫科动物、熊科动物、犬科动物及人类，中间宿主为剑水蚤、鱼类、蛙类以及昆虫，其中包括金龟子。

Xu 等在江苏铜山县采集了 113 只神农洁蜣螂，其中 6 只蜣螂活体肠道中分离到大肠杆菌 *Escherichia coli* O157 :H7[11]。Xu 等利用分子流行病学中常用的脉冲场凝胶电泳（pulsed - field gel electrophoresis，PFGE）技术对蜣螂体内的大肠杆菌和从当地人粪中分离的大肠杆菌对比，其 PFGE DNA 指纹图谱是一致的[12]，虽然这不能证明蜣螂在大肠杆菌的传播中扮演重要的角色，但至少证明了蜣螂是可能携带病原体的，而且蜣螂也是绦虫、线虫、蛔虫等寄生虫的中间宿主，故建议在中药药材炮制过程中，需要对蜣螂的灭菌要更加彻底，以避免不必要的感染。

2 蜣螂的其他价值

蜣螂还有很多其他对人类有益方面。①有些蜣螂个体较大，雄性头部和前胸背板常有发达的复杂的各种突起，有的具金属光泽，深受昆虫爱好者的喜爱，在日本、台湾等地已经被视为观赏昆虫。②广阔的开发应用前景：如神农洁蜣螂 *Catharsius molossus*，作为传统中药，有定惊破淤、通便攻毒、消疮之功，可对其药用成分进行开发利用；此外蜣螂抗菌肽和蜣螂虫草也具有重要的应用前景。③重要仿生学意义：蜣螂在粪便中出入自由，而且“出粪便而不染”，其机制与蚯蚓不同。蚯蚓通过分泌粘液来避免泥土颗粒粘在它们的身体表面，而蜣螂体壁表面具有的刚毛、凹陷、鞘翅纵沟、皱纹等结构，构成其体表的非光滑表面. 这些非光滑表面具有减粘脱附的功能。土壤的黏附力主要是指土壤与外物接触点分子间引力、土壤水在接触界面的毛细管力、界面土壤发生粘闭形成的空气负压等因素以及一种趋于将界面分开减少黏附力的“楔开”压力有关。凹陷和突起等非光滑表面可有效地减少土壤接触和粘附表面，降低界面的空气负压。凹陷还产生有气、无土和无水区，限制连续水膜的形成，并使“楔开”压力增加[13]。因此蜣螂在材料学和工程学上都具有重要的仿生意义，目前已据此设计出新型的推土机、犁壁、铁锹、饭铲、菜刀和不粘锅等，解决了很多国民生产生活中的实际问题，具有重要的经济意义。④重大理论意义：法布尔曾研究过蜣螂的行为，达尔文通过观察蜣螂的行为而创立了他的性选择理论；当前蜣螂已成为生态学、发育生物学、支序系统学、古生物学、寄生虫学、历史生物地理学、分子系统学、分子行为生态学等学科的研究热点，这些研究热点包括金龟总科高级阶元系统发育的探讨、蜣螂起源和哺乳动物起源的相互关系、蜣螂与线虫寄生物的协同进化、蜣螂依赖月光的偏振光导航的分子机制、蜣螂角突的发育控制基因的研究、蜣螂生态学意义的研究以及在环境评估中的作用等。

3 蜣螂的天敌

蜣螂的天敌很多，从脊椎动物到无脊椎动物以及微生物均有。

3.1 脊椎动物

某些鸟类、猴类、狐狸、刺猬等动物均有报道以蜣螂为食物。总结起来多为杂食性脊椎动物的随机取食，但也有猴类专门守候蝙蝠粪便周围等待蜣螂到来后取食蜣螂的报道。

人类作为地球上数量最多、对自然环境影响最深广的脊椎动物，可以说是蜣螂的头号天敌。人类活动对蜣螂的影响可分为两方面：直接影响和间接影响。前者可表现为人类耕田对蜣螂幼虫生存环境的破坏，环境中化学污染物对蜣螂的影响，例如用于防治家畜体内和体表寄生虫的药物，已经对蜣螂的生殖系统和幼期发育造成危害，造成后代畸形或者不育。而蜣螂是“K”型生物，产卵量很少，因为亲代要花费

大量的能量为后代制作粪球,有的还要守护育幼粪球直至幼虫羽化,注定蜣螂不像大多数昆虫那样以‘不负责任’的大量产卵而获得种群的延续。另外土壤中肥料、除草剂以及其他化学物质的积累,也对蜣螂产生一定影响。南非昆虫学家 Holm 认为澳洲东南部牧场使用高磷含量的肥料,是阻碍部分蜣螂在澳洲生存与发展稳定种群数量的因素。

人类对蜣螂的间接影响的表现则更加广泛和微妙。如城市化的加剧,生境破碎化,以及哺乳动物粪便获得性的降低,均造成蜣螂的生存环境日趋减少。

3.2　无脊椎动物

食虫虻和猎蝽通常会停留在粪堆边守“粪”待‘蜣’。食虫虻会在粪堆周围空中巡飞,一旦发现蜣螂,直接实施空中拦截,其尖锐的口器可刺穿蜣螂坚硬的外骨骼,然后降落到地面吸食蜣螂体液。由于蜣螂通常外骨骼较发达,猎蝽的口器一般很难刺穿其外骨骼,但猎蝽会先用口器刺激蜣螂,蜣螂一般会惊慌的展翅飞逃,鞘翅下面的柔软的膜质可让猎蝽从容‘入口’。另外步甲也可能取食蜣螂。

与直接捕食的天敌不同的是某些天敌可以寄生在蜣螂体内。如土蜂幼虫会寄生在某些蜣螂的幼虫上,土蜂成虫会待蜣螂成虫离开巢穴后,对每个育幼粪球中的幼虫产卵,土蜂的幼虫的发育会导致蜣螂幼虫的死亡。某些寄生蝇也会寄生蜣螂。虽然蜣螂体表经常寄生有螨类,而且这些螨类不对蜣螂造成直接为害,但其可能会影响其行动,也可能起到为其他天敌创造侵袭先导的作用。

3.3　微生物

微生物中能引起蜣螂疾病甚至致死的天敌种类很多,常见的有真菌(如白僵菌、绿僵菌)、细菌(如乳状菌、苏云金杆菌)、立克次氏体和病毒(如痘病毒)。

4　蜣螂的保护

人类的存活全靠生态系统中的物种多样性,不论是我们所吃的任何食物或者药物,穿的衣服,用的许多物品,燃料乃至呼吸的新鲜空气,居住的环境和欣赏的大自然都是仰赖生物的多样性、健康的生态系统。生物多样性如果持续减损,生态系统恶化,人类亦无法在地球上苟活。据估计,目前地球上物种的灭绝速率是有人类活动之前的 100 ~1 000 倍。按照中等范围的全球气候变暖情形,到 2050 年,占地球陆地表面积 20% 的区域中 15% ~37% 的物种将注定消亡。由于物种之间存在复杂的相互作用,在全球变化背景下 1 个物种的消失可能会危及其他物种的生存,造成对生物多样性的连锁效应,最终导致物种的灭绝和生物多样性的丧失[14]。

蜣螂对人类的贡献可谓巨大,但人类不但无视其贡献,反之屡屡‘加害’蜣螂。可喜的是有些国家已经意识到蜣螂重要的生态学意义,美国也成立了以蜣螂研究和保护为主要目标的国际组织 ScarabNet,加拿大农业部也把蜣螂纳入家畜有害生物防治体系中,而且世界自然保护联盟(World Conservation Union,IUCN:International Union for Conservation of Nature and Natural Resources),在 1994 年版红色名录中已经包括 5 种金龟子,在 IUCN(2007 年版)挑选的 10 个作为全球物种灭绝风险指示的无脊椎动物类群中,蜣螂亚科名列其中,而 Sacha Spector 博士领导的 ScarabNet 也被授权负责蜣螂方面的工作。本文第一作者作为中方惟一代表参加到 ScarabNet 中,将通过一系列国际合作项目开展世界蜣螂的多样性和保护方面的工作,如伦敦动物学会(Zoological Society of London)资助的对世界蜣螂代表种类(1 500 种)多样性评估的项目、正在向美国自然基金委(NSF)申请的 PBI 专项中蜣螂亚科子课题等。

我国蜣螂的处境已经日趋严峻,对其的保护已经刻不容缓,但还没有相关机制和途径对蜣螂进行保护。我们不能以环境的恶化来换取经济的发展,更不能以生物多样性的减损来得到短期的利益。不要让我们的后代只能在博物馆、影像资料、甚至化石中才能看到蜣螂,不要让它们成为最后的“清道夫”。

致　谢　以下学者为本文完成提供部分资料，在此一并感谢：Dave Edmonds **教授**（Instituto de Ecología in Xalapa, Veracruz, Mexico）、Gonzalo Halffter **教授**（Instituto de Ecología in Xalapa, Veracruz, Mexico）、Darren Mann **先生**（Oxford University Museum of Natural History, Oxford, United Kingdom）、Sacha Spector **博士**（American Museum of Natural History, New York, U. S. A.）、**李奇峰博士**（台湾农委会农业试验所，台中，中国台湾）。

参　考　文　献

1 刘新民. 粪食性金龟子对家畜粪的分解作用研究. 内蒙古师范大学学报（自然科学汉文版），2006，**35**（4）：477～481.

2 Losey J. E.，Vaughan M. The economic value of ecological services provided by insects. *BioScience*，2006，**56**（4）：311～323.

3 Hingston R. W. G. A Naturalist in Hindustan. London：H. F. & G. Witherby，1923. 212，292.

4 章有为. 澳大利亚利用蜣螂清除牛粪. 昆虫知识，1978，**15**（6）：191.

5 Andresen E. Dung beetles in a Central Amazonian rainforest and their ecological role as secondary seed dispersers. *Ecol. Entomol.*，2002，**27**：257～270.

6 姜世成，周道玮. 牛粪堆积对草地影响的研究. 草业学报，2006，**15**（1）：30～35.

7 Sakai S.，Inoue T. A new pollination system：Dung-beetle pollination discovered in *Orchidantha inouei* in Sarawak，Malaysia. *Amer. J. Botany*，1999，**86**（1）：56～61.

8 温颖群，廖景平. 兰花蕉花的形态解剖学. 热带亚热带植物学报，1999，**7**（4）：329～336.

9 李超. 中国异伊螨属一新种（蜱螨亚纲 犹伊螨科）. 动物分类学报，2001，**26**（2）：180～183.

10 Glida H.，Bertrand M.，Peyrusse V. A limiting factor in the abundance of predatory phoretic mites：the seasonal abundance of their phorionts（dung beetles）in southern France. *Can. J. Zool.*，2003，**81**：2 066～2 072.

11 卢少达，李子石，王连平，等. 辽宁省朝阳市兔、犬寄生虫调查及防治建议. 中国兽医寄生虫病，2003，**11**（3）：28～29.

12 Xu J. G.，Liu Q. Y.，Jing H. Q.，*et al*. Isolation of *Escherichia coli* O157：H7 from Dung Beetles. *Immunol.*，2003，**47**（1），45～49.

13 Qaisrani A. R.，Chen B. C.，Ren L. Q. Modified and unsmoothed plow surfaces-A means to reduce plowing resistance. *Intern. Agricul. Engin. J.*，1992，**1**（3）：115～124.

14 陈宜瑜. 全球变化与生物多样性. 科技日报，2007 年 01 月 23 日.

＊＊

研究选萃

科学家完成金小蜂基因组测序

一个国际科研团队 2010 年 1 月 14 日报告说，他们测定了 3 种金小蜂的基因组序列，并揭示了金小蜂具备的一些可能在病虫害防治方面有用的特征。这项研究成果刊登在美国最新一期《科学》杂志上。

金小蜂属于膜翅目昆虫，其成虫身长不过两三毫米，看似微不足道，却是农作物害虫的天敌。金小蜂及其多种多样的亲族会在很多昆虫（包括许多重要的农作物害虫及病媒昆虫）身体上产卵，因此在农作物害虫防治方面作用很大。

通过基因组测序，研究人员发现了与金小蜂蜂毒有关的基因，这些蜂毒会在其宿主体内引起多种效应。他们还确认，金小蜂会从细菌和痘病毒那里获取新基因。他们还找到了在 3 种金小蜂中快速演化的细胞核及线粒体基因。此外，金小蜂还可能对研究脱氧核糖核酸甲基化有用。

这项研究由美国罗切斯特大学的杰克·韦伦和贝勒医学院的史蒂芬·理查兹领导完成。韦伦表示，金小蜂属于黄蜂的一种。拟寄生性黄蜂可以攻击并杀死多种害虫，但很多拟寄生性黄蜂比大头针的针头还小，因而不为人所关注。实际上，拟寄生性黄蜂相当于"智能炸弹"，如果能够开发它们的全部潜力，其在病虫害防治方面的功效要远远优于杀虫剂。

拟寄生是指寄生者进入宿主体内吸收营养并把宿主杀死的寄生现象。（来源：2010 年 1 月 18 日 新华网）