

广州市春夏季尸食性昆虫群落种类组成与演替*

吴殿鹏^{1,2}, 毛润乾¹, 郭明昉¹, 周健³, 贾凤龙², 欧桂生³, 张润杰²

(1. 广东省昆虫研究所, 广东 广州 510260;

2. 中山大学昆虫学研究所, 广东 广州 510275;

3. 广东省公安厅刑事技术中心, 广东 广州 510050)

摘要: 对广州地区家兔尸体的腐败过程及尸体上昆虫群落的演替规律, 进行了初步观察和研究。结果表明, 室外地表上家兔尸体的腐败过程可以划分为新鲜、肿胀、腐烂、干化4个连续的阶段; 常见昆虫包括3目、12科、20种, 其中双翅目的大头金蝇、绯颜裸金蝇, 鞘翅目的大隐翅虫、白腹皮蠹等为优势种。尸体上昆虫群落的演替有明显的时间规律可循。许多昆虫类群的出现时间与尸体腐败阶段有明显的对应关系, 这种对应关系可以为法医科学中推测死后间隔时间(postmortem interval, PMI)提供依据。

关键词: 昆虫群落演替; 尸食性昆虫; 法医昆虫学

中图分类号: Q968.1; D919 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579(2008)06-0056-05

自然界中尸体的腐烂速度与昆虫的活动有密切关系。在尸体腐烂与分解的不同阶段, 出现的种类繁多的昆虫会依一定的次序侵袭尸体^[1]。在人尸体上出现的昆虫, 对尸体死亡时间、地点、原因等方面的推测具有重要的意义。因此, 有关尸体上昆虫群落演替规律的研究是法医昆虫学的重要内容之一。许多学者, 如 Megnin^[1]、Mottet^[2]、Fuller^[3]、Reed^[4]、Payne^[5]等分别对猫、狗、羊、猪、鸟等动物和人尸体上的昆虫群落演替进行了研究。结果表明, 各类尸体上所出现的主要昆虫类群及其演替顺序是基本一致的, 因此在法医昆虫研究中, 哺乳动物尸体可以成为人尸体的替代材料。

国内一些学者曾分别对北京^[6]、杭州^[7]、哈尔滨^[8]、成都^[9]、呼和浩特^[10]等地区的动物尸体上尸食性昆虫的种类及演替规律进行了系列研究。本文报道广州市区春夏季(2-5月)常见尸食性昆虫种类及其群落演替的初步研究结果。

1 材料与方法

1.1 试验场所

室外试验场所设在中山大学南校区鱼塘附近面积10 m×13.5 m, 较少有人干扰, 类似案发现场。

1.2 试验材料

实验观察家兔尸体由中山大学实验动物中心提

供, 质量范围在1.8~2.8 kg。

1.3 尸体处置及昆虫群落演替观察方法

将家兔用温水溺死, 去除体毛, 20 min内放置在室外草地上。并用网状塑料筐罩住尸体。放置后第1天连续观察12 h; 从第2天开始, 每天6:00, 12:00, 18:00定时各观察1次, 记录尸体上出现的昆虫种类、虫态、数量并采集标本。

1.4 昆虫种类鉴定

将采集到的昆虫标本, 送中山大学昆虫学研究所昆虫分类研究室进行分类鉴定。

2 结果与分析

2.1 家兔尸体腐败阶段的划分及其特征

根据放置在室外的家兔尸体腐败变化状况, 将整个过程划分为4个阶段: 新鲜期、肿胀期、腐烂期和干化期, 各阶段具有明显特征, 详见表1。

2.2 广州市春夏季家兔尸体上的昆虫种类

调查表明, 家兔尸体上的昆虫种类有3目12科20种, 详见表2。其中双翅目的大头金蝇 *Chrysomya megacephala* 尸体腐败中期以前的优势种类, 绯颜裸金蝇 *Synthesiomyia nudiseta* 腐败中期至末期的优势种类; 鞘翅目的大隐翅虫 *Creophilus maxillosus*, 白腹皮蠹 *Dermestes maculatus* 分别为干化期的优势种类。

* 收稿日期: 2008-01-11

基金项目: 广东省自然科学基金资助项目(05003324); 广东省科技计划资助项目(2006B37301001, 2007B030601001)

作者简介: 吴殿鹏(1981年生), 男, 硕士; 通讯联系人: 张润杰; E-mail: lsszrj@mail.sysu.edu.cn

表 1 广州市春夏季家兔尸体的腐败阶段划分标准¹⁾

Tab. 1 The stages of decomposition on the cadavers of rabbits on outdoors ground in Guangzhou district in the spring and summer

腐败阶段	持续时间/d	尸体特征
新鲜期	一般持续 1~3 d	尸体颜色逐渐变暗，表皮变干。尸食性蝇类一般最先出现并在各体窍产卵。
肿胀期	一般持续 2~5 d	尸体内部由于微生物作用产生大量气体，充满体腔使尸体肿胀是本期特征。在体窍处可看到流出血水，有强烈腐败气味逸出。尸体上有大量蝇类群集，卵开始孵化，出现幼虫。
腐烂期	一般持续 2~7 d	尸体开始腐烂，肿胀现象消失。大量幼虫聚集成堆产生大量白色泡沫。蛆虫从各体窍处向尸体内部取食，在尸体上形成穿孔。大量尸液流出，腐败气味强烈。头部最先白骨化。成虫数量随尸体腐败程度变大而减少。在周围土壤下面发现蝇蛹。腐烂后期出现鞘翅目昆虫。
干化期	一般 15 d 左右	身体白骨化，仅余干皮，蹄爪，骨架，软组织大部被分解或取食。尸体上不见蛆虫，尚未发育完全的幼虫转移至尸下潮湿的土壤中。蝇类成虫出现较少，鞘翅目昆虫种类开始增多。

1) 尸体腐败各阶段受环境温湿度影响较大，持续时间有一定差异

表 2 广州市春夏季家兔尸体上的常见昆虫种类

Tab. 2 Species of insects appeared on rabbit carcasses in spring and summer seasons in Guangzhou

目	科	种	虫态	食性
双翅目 Diptera	丽蝇科 Calliphoridae	大头金蝇 <i>Chrysomya megacephala</i>	成虫、幼虫	腐食
		绯颜裸金蝇 <i>Synthesiomyia nudiseta</i>	成虫、幼虫	腐食
		南岭绿蝇 <i>Lucilia bazini</i>	成虫	腐食
		紫绿蝇 <i>Lucilia porphyrina</i>	成虫	腐食
	蝇科 Muscidae	家蝇 <i>Musca domestica</i>	成虫	腐食
		斑躄黑蝇 <i>Ophyra chalcogaster</i>	成虫、幼虫	腐食
		裸芒综蝇 <i>Sytheiomyia nudiseta</i>	成虫	腐食
	麻蝇科 Sarcophagidae	亚麻蝇属 <i>Parasacophaga</i> sp.	成虫	腐食
	花蝇科 Anthomyiidae	Anthomyiidae sp1.	成虫	
		Anthomyiidae sp2.	成虫	
鞘翅目 Coleoptera	阎甲科 Histeridae	丽腐阎甲 <i>Saprinus splendens</i>	成虫、幼虫	腐食
		<i>Saprinus optabilis</i>	成虫、幼虫	腐食
	皮蠹科 Dermestidae	白腹皮蠹 <i>Dermestes maculatr</i> s	成虫、幼虫	腐食
	隐翅虫科 Staphylinidae	大隐翅虫 <i>Creophilus maxillosus</i>	成虫、幼虫	捕食 ^④ 、腐食
		<i>Aleochara</i> sp.	成虫、幼虫	捕食、腐食
	金龟子科 Scarabaeidae	翁蛻螂属 <i>Onthophagus</i> sp.	成虫	粪食 ^⑤
	拟步甲科 Tenebrionidae	土甲 <i>Gonocephalum</i> sp.	成虫、幼虫	粪食
膜翅目 Hymenoptera	胡蜂科 Vespidae	墨胸胡蜂 <i>Vespa velutina nigrithorax</i>	成虫	捕食
	茧蜂科 Braconidae	Braconidae sp.	成虫	捕食
	蚁科 Formicidae	尼科巴弓背蚁 <i>Camponotus nicobarensis</i>	成虫	捕食、腐食

2.3 广州市春夏季家兔尸体上昆虫群落的演替特点

实验观察结果表明，放在室外地表面的家兔尸体，最早出现的昆虫成虫种类是双翅目的蝇类，随着腐败时间的延续，先后出现两种优势蝇类的种类，分别是大头金蝇和绯颜裸金蝇；鞘翅目昆虫主要出现在腐败的中后期，种类有大隐翅虫，白腹皮蠹（见表 3）。尸体上出现的昆虫幼虫类群有 8 个，蝇类幼虫是大头金蝇、绯颜裸金蝇，在尸体腐败期前它们是昆虫群落中的优势种类；大隐翅虫，白腹皮蠹等 5 种鞘翅目昆虫则出现于尸体腐败末期之后，而斑躄黑蝇只是在尸体干化期时少量出现。详

细情况如表 4 所示。

观察表明，不同月份家兔尸体腐败时间的长短有较大差异。2~3 月份持续时间较长，达 30 d；4~5 月份相应较短，仅 15~22 d。各个腐败阶段之间以干化期最长，达 15 d；其次为腐烂期，有 2~7 d；最短为新鲜期，仅 1~3 d。详见表 5。

观察结果表明，不同月份以及不同腐败阶段之间，尸体上的昆虫种数有明显差异。一般以 4~5 月出现的种类最多，共计 20 种；2 月最少，只有 13 种；2~3 月的种类数比较接近。各个阶段之间以腐烂期出现的种数最多，占出现总数的百分比分

表 3 广州市春夏季家兔尸体不同腐败阶段昆虫群落演替

Tab. 3 The succession of insect community on rabbit carcass in spring and summer seasons in Guangzhou

昆虫种类	月份	腐败阶段 ¹⁾			
		I	II	III	IV
大头金蝇 <i>Chrysomya megacephala</i>	2-5	A	A	A	D
绯颜裸金蝇 <i>Synthesiomyia nudiseta</i>	4-5	B	A	A	D
南岭绿蝇 <i>Lucilia bazini</i>	4-5	B	C	C	D
紫绿蝇 <i>Lucilia porphyrina</i>	3-5	B	C	C	
家蝇 <i>Musca domestica</i>	2-5	B	C	C	D
斑躑黑蝇 <i>Ophyra chalcogaster</i>	4-5	D	C	B	C
裸芒棕蝇 <i>Sytheiomyia nudiseta</i>	2-5	B	C	B	D
亚麻蝇属 <i>Parasacophaga</i> sp.	2-5	C	C	C	D
Anthomyiidae sp1.	2-5	C		C	D
Anthomyiidae sp2.	2-5	C		C	D
丽腐阎甲 <i>Saprinus splendens</i>	2-5			C	B
<i>Saprinus optabilis</i>	2-5			C	B
白腹皮蠹 <i>Dermestes maculatr</i> s	2-5			C	A
Aleochara sp.	2-5			B	A
大隐翅虫 <i>Creophilus maxillosus</i>	2-5			B	C
翁蛱螂属 <i>Onthophagus</i> sp.	4-5				C
土甲 <i>Gonocephalum</i> sp.	2-5			D	C
墨胸胡蜂 <i>Vaspa velutina nigrithorav</i>	4-5		D	C	
Braconidae sp.	2-5		D	C	
尼科巴弓背蚁 <i>Camponotus nicobarensis</i>	4-5	B	C	C	C

1) A: 优势数量, 占总数的 60% 以上; B: 较多, 占总数的 30~40%; C: 较少数量, 占总数的 5~10%; D: 偶尔出现, 占总数的 5% 以下; I: 新鲜期; II: 肿胀期; III: 腐烂期; IV: 干化期, 表 4-7 同

表 4 广州市春夏季家兔尸体不同腐败阶段的常见昆虫幼虫变化

Tab. 4 The succession of insect larvae appeared on rabbit carcasses in spring and summer seasons in Guangzhou

昆虫种类	月份	腐败阶段			
		I	II	III	IV
大头金蝇 <i>Chrysomya megacephala</i>	2-5	A	A	A	C
绯颜裸金蝇 <i>Synthesiomyia nudiseta</i>	2-5		C	A	
斑躑黑蝇 <i>Ophyra chalcogaster</i>	4-5			C	B
丽腐阎甲 <i>Saprinus splendens</i>	2-5			B	B
<i>Saprinus optabilis</i>	2-5			B	B
白腹皮蠹 <i>Dermestes maculatr</i> s	2-5			C	A
大隐翅虫 <i>Creophilus maxillosus</i>	2-5			C	D
土甲 <i>Gonocephalum</i> sp.	2-5			C	C

表 5 家兔尸体各个腐败阶段在春夏季的持续时间¹⁾

Tab. 5 Duration of decomposition stages of rabbit carcass in spring and summer seasons

时间段	平均温度 /℃	平均相对湿度 / %	I	II	III	IV
2 月 22 日—3 月 9 日	19.2	81	3	5	>7	-
4 月 19 日—4 月 29 日	25.6	79.7	1	4	4	>15
5 月 9 日—5 月 19 日	26.7	97.5	1	2	2	>10

1) 温度、相对湿度分别是每段实验内的均值

别为: 2 月 100%, 3 月 100%, 4 月 95%, 5 月 95%。详见表 6。在后 3 个阶段依次出现 3 种蝇类幼虫: 大头金蝇幼虫, 绯颜裸金蝇幼虫和斑躑黑蝇幼虫。它们的主要区别特征是: 大头金蝇幼虫气门

外环闭合，红色，身体呈淡粉红色；绯颜裸金蝇幼虫气门外环不闭合，黑色，身体有5种黑色毛刺或点状突起；斑蹠黑蝇幼虫气门外环不闭合，黑色，身体按体节有环状肉眼可见的黑色刚毛。

随着时间的推移，室外地表上的家兔尸体上的优势幼虫种类，出现有序的更替现象。2-3月为大头金蝇，4-5月腐败中期前为大头金蝇，腐败中期后为绯颜裸金蝇，详见表7。

表6 家兔尸体在春夏季出现的昆虫种类

Tab. 6 Insect species appearing on rabbit carcass in spring and summer seasons

月份	昆虫种类总数	各腐败阶段出现的种数			
		I	II	III	IV
2	13	6	5	13	12
3	14	7	6	14	12
4	20	11	11	19	17
5	20	11	11	19	17

表7 2-5月份室外家兔尸体上常见幼虫种类

Tab. 7 Larva species appearing on rabbit carcass from February to May

观察月份	实验材料	幼虫种类	出现时期
2-5	家兔	大头金蝇 <i>Chrysomya megacephala</i>	I、II、III、IV
2-5	家兔	绯颜裸金蝇 <i>Synthesiomyia nudiseta</i>	II、III、IV
4-5	家兔	斑蹠黑蝇 <i>Ophyra chalcogaster</i>	III、IV
2-5	家兔	丽腐阎甲 <i>Saprinus splendens</i>	III、IV
2-5	家兔	<i>Saprinus optabilis</i>	III、IV
2-5	家兔	白腹皮蠹 <i>Dermestes maculatus</i>	III、IV
2-5	家兔	大隐翅虫 <i>Creophilus maxillosus</i>	III、IV
2-5	家兔	土甲 <i>Gonocephalum</i> sp.	III、IV

随着气温升高，昆虫活动增加，生长发育也加快，侵袭尸体各节点所需时间缩短。在新鲜期，即家兔死后0.2~1.7 h，以丽蝇科为主的蝇类就会到

达尸体上。其中绿蝇属种类一般最先到达，但在实验中未观察到其产卵，或采集到其幼虫，在数量上仍以大头金蝇为最多，如表8所示。

表8 昆虫侵袭尸体时间节点的观测情况¹⁾

Tab. 8 The schedule of insect invading carcass

时间	平均温度/℃	平均相对湿度/%	距离死亡时间 PMI/h						
			来蝇	群集	产卵 ²⁾	孵出 ²⁾	化蛹 ²⁾	羽化 ²⁾	出现甲虫
2月22日—3月9日	19.2	81	1.7	3.7	4.7	—	—	315	315
3月8日—3月9日	23.2	86.1	—	—	2.1	—	—	—	—
4月19日—4月29日	25.6	79.7	0.9	—	6.2	28.2	124.2	—	148.2
5月9日—5月19日	24.5	79.2	0.2	0.7	1.3	12	104.5	240	104.5

1) 温度、相对湿度分别是各段实验时间内的均值；2) 所表示时间节点参照尸体上大头金蝇的活动规律

3 讨论

在以家兔尸体为代表的动物尸体上，昆虫出现的种类及次序与尸体腐败分解的时间相互对应，由这种对应可大致推断尸体已经死亡的时间，从而为推断死后间隔时间（postmortem interval, PMI）提供依据。尸体上的昆虫来自周围环境，侵入到尸体上的种类会因地区、环境的不同而不同。广州地处华南，温湿度以及光照均适合昆虫生长发育，气温变化较大的时期集中在2-5月份，因此出现的昆虫种类也较多，可以作为典型的时间段来进行深入研究。由于动物尸体种类的不同，目前对于尸体腐败阶段的划分尚没有一个统一的标准。根据本文的

研究结果，我们认为把尸体的腐烂过程分为新鲜期、肿胀期、腐败期和干化期4个阶段比较合适。这与马玉堃^[7]的划分相类似，但不同于周红章^[6]和Payne^[5]提出的划分阶段，对于干化期与残骸期，本文的结果认为无明显的特征可以区分。

本文的结果表明，尸体上出现的昆虫种类和数量与气温的变化密切相关，优势种类也会随之发生变化。除昆虫纲外，尸体上也出现蛛形纲、甲壳纲等其它节肢动物。其它动物尸体，包括人尸上出现的昆虫群落种类^[2,4,11]，绝大部分与本文的观察结果是相一致。因此，建议以动物尸体为材料来研究尸食性昆虫群落的演替规律，作为推测人尸体上昆虫群落演替规律的理论根据。研究昆虫群落演替的

一个重要目的是寻找尸体腐烂的某个阶段的优势昆虫, 本文认为尸体腐烂前的3个时期以大头金蝇为主(2-5月), 可根据它的活动、产卵、幼虫发育以及世代交替等信息, 作为对死亡时间推断的重要依据。研究这一阶段尸体上的昆虫群落演替规律有重要的法医学意义, 研究结果可以为广州市区发生的刑事命案提供破案线索和依据。

参考文献:

- [1] MEGNIN J P, LA FAUNE DES CADAVRES. Encyclopedie scientifique des aide-memoire [M]. Paris: Masson, Gauthier-Villars et Fils, 1894: 214.
- [2] MOTTER M G. A contribution to the study of the fauna of the grave: A study of one hundred and fifty disinterments with some additional experimental observations [J]. J N Y Entomol Soc, 1898, 6: 201-231.
- [3] FULLER M E. The insect inhabitants of carrion, a study in animal ecology [J]. Bulletin of the Council for Scientific and Industrial Research, Melbourne, 1934, 82: 5-62.
- [4] REED H B. A study of dog carcasses communities in Tennessee, with special reference to the insects [J]. The American Midland Naturalist, 1958, 59: 213-245.
- [5] PAYNE J A, KING E W, BEINHART G. Arthropod succession and decomposition of buried pigs [J]. Nature, 1968, 219: 1180-1181.
- [6] 周红章, 杨玉璞, 任嘉诚, 等. 北京地区法医昆虫学研究: II. 尸体分解过程中的昆虫种类演替与死亡时间推断 [J]. 中国法医学杂志, 1997, 12(2): 79-82.
ZHOU Hongzhang, YANG Yupu, REN Jiacheng, et al. A study on the forensic entomology II. The succession of insects in corpse at the postmortem decomposing period and timing of death [J]. Chinese Journal of Forensic Medicine, 1997, 12(2): 79-82.
- [7] 马玉堃, 胡萃, 闵建雄. 杭州地区猪尸体上昆虫群落的组成与演替的初步观察 [J]. 昆虫学报, 2000, 43(4): 388-392.
MA Yufang, HU Cui, MIN Jianxiong. A preliminary study on the constitution and succession of insect community on pig carcass in Hangzhou District [J]. Acta Entomologica Sinica, 2000, 43(4): 388-392.
- [8] 李玲, 张幼芳, 马玉堃, 等. 哈尔滨地区常见尸食性昆虫及在猪尸上出现的规律 [J]. 东北林业大学学报, 2002, 30(5): 93-96.
LI Ling, ZHANG Youfang, MA Yufang et al. The major necrophagous insects and their regular activity on carcass in Harbin [J]. Journal of Northeast Forestry University, 2002, 30(5): 93-96.
- [9] 王晔, 刘敏, 孙大宏, 等. 成都市嗜尸昆虫种类季节变化研究 [J]. 法医学杂志, 2003, 19(2): 86-88.
WANG Ye, LIU Min, SUN Dahong, et al. A study on sarcophagous insects species variety with seasons in Chengdu [J]. Journal of Forensic Medicine, 2003, 19(2): 86-88.
- [10] 蔡继峰, 陶涛, 刘敏, 等. 呼和浩特地区夏秋季常见嗜尸性蝇类的研究 [J]. 法医学杂志, 2004, 20(3): 133-135.
CAI Jifeng, TAO Tao, LIU Min, et al. The study of the major sarcophagous flies in Hohhot [J]. Journal of Forensic Medicine, 2004, 20(3): 133-135.
- [11] GOFF M L. Comparison of insect species associated with decomposing remains recovered inside dwellings and outdoors on the island of Oahu, Hawaii [J]. Forensic Science, 1991, 36(3): 748-753.

Species and Succession of Necrophagous Insect Community in Spring and Summer Seasons in Guangzhou

WU Dian-peng^{1,2}, MAO Run-qian¹, GUO Ming-fang¹, ZHOU Jian³, JIA Feng-long², OU Gui-sheng³, ZHANG Run-jie²

(1. Guangdong Entomological Institute, Guangzhou 510260, China;

2. Institute of Entomology, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China;

3. Forensic Medicine of Guangdong Provincial Public Security Department, Guangzhou 510050, China)

Abstract: A preliminary study on the succession of necrophagous insect community and the decomposition of rabbit carcass was conducted in spring and summer seasons in Guangzhou city. The results showed that the decomposition of rabbit carcass could be distinguished into 4 continuous stages, i. e. fresh, bloated, decayed, and dried stages. Twenty common insect species from 12 families of 3 orders were found on the rabbit carcass. *Chrysomya megacephala*, *Synthesiomyia nudiseta*, *Creophilus maxillosus* and *Dermestes maculatus* were the dominant species. A distinct time-related succession of insect community was observed during the decomposing of rabbit carcass. There was a significant correlation between the appearing time of insect groups and the decomposition stage of rabbit carcass. This correlation could be used as a foundation for the estimation of postmortem interval in forensic medicine.

Key words: insect community succession; necrophagous insect; forensic entomology