

尸食性蝇类研究及其法医学意义

闵建雄

公安部物证鉴定中心

近20年来,研究和应用昆虫学及其相关知识解决法医学实践中的有关问题在国内外均有所发展,并形成一门新兴的法医学分支学科——法医昆虫学(forensic entomology)。在1988年第14届国际法医和社会医学大会上,法医昆虫学首次作为独立的分组讨论会出现。1996年第20届国际昆虫学大会上也单独出现了法医昆虫学组。美国目前已有全国性的法医昆虫学协会,有数十人专门从事法医昆虫学的研究和鉴定。国内外报道有关通过昆虫学知识侦破案件的数量逐年剧增,反映了在这领域内法医学发展的新动向。

[返回法医学进展与实践](#)

[返回四川省法医学会主页](#)

[返回华西医科大学法医学院主页](#)

按照生物学分类方法,昆虫(insect)属于动物界节肢动物门中的昆虫纲,共有27~33个目。昆虫是世界上最庞大的动物类群,涉及约1000万种,但目前人类仅识别不足90万种。在法医学实践中,与人体关系最为密切的昆虫主要是双翅目(Diptera)和鞘翅目(Coleoptera),前者包括蚊、蝇、虻、蛉、蠓和蚋,后者泛指甲虫。相比较而言,蝇类尤其是尸食性蝇类是研究和实际应用最多的类型。所以,本文就此方面的情况作一概述。

一、尸食性蝇类的种类和鉴别

尸食性蝇类(saprophagous muscoid flies)是指寄生于尸体或腐质物的蝇类,据文献报道约有17科,数百余种类型,如表1所示。其中根据国内的研究,与尸体关系密切的优势种类主要有丽蝇科,麻蝇科和蝇科3个科14余种,如表2所示。

从国内的研究情况看,最常见的尸食性蝇类为丝光绿蝇、巨尾阿丽蝇、大头金蝇、肥须亚麻蝇、南岭绿蝇以及急钩亚麻蝇6种。

表1. 尸食性蝇类的属科

1. 蚤蝇科	Phoridae	10. 水蝇科	Ephydriidae
2. 目蚜蝇科	Syrphidae	11. 果蝇科	Drosophilidae
3. 圆头蝇科	Dryomyzidae	12. 叶蝇科	Milichidae
4. 扁蝇科	Coelopidae	13. 花蝇科	Anthomyidae
5. 日蝇科	Heleomyzidae	14. 蝇科	Museidae
6. 鼓翅蝇科	Sepsidae	15. 厕蝇科	Fanmidae
7. 小粪蝇科	Sphaeroceridae	16. 丽蝇科	Calliphoridae
8. 斑蝇科	Otitidae	17. 麻蝇科	Sacrophagidae
9. 酪蝇科	Piophilidae		

表2. 国内尸食性蝇类的优势类型

丽蝇科		麻蝇科	
1. 丝光绿蝇	<i>Lucilia sericata</i>	8. 红尾拉麻蝇	<i>Ravinia striata</i>
2. 巨尾阿丽蝇	<i>Aldrichina grahmi</i>	9. 黑尾黑麻蝇	<i>Helicophagella melanuta</i>
3. 南岭绿蝇	<i>Lucilia bazini</i>	10. 红尾粪麻蝇	<i>Bercaea cruentata</i>
4. 大头金蝇	<i>Chrysomya megacephala</i>	11. 棕尾别麻蝇	<i>Boettcherisca peregrina</i>
5. 紫绿蝇	<i>Lucilia porphyrina</i>	12. 白头亚麻蝇	<i>Parascarcophaga lbiceps</i>
蝇科		13. 肥须亚麻蝇	<i>Parascarcophaga crassipalpis</i>
6. 家蝇	<i>Musca domestica</i>	14. 急钩亚麻蝇	<i>Parascarcophaga portschinsky</i>
7. 厩腐蝇	<i>Muscina stabulans</i>		

[返回法医学进展与实践](#)

[返回四川省法医学会主页](#)

[返回华西医科大学法医学院主页](#)

蝇类的鉴别目前归纳起来主要有以下几种方法：①大体形态学方法，主要用于成虫的鉴别。依据成虫的解剖学形态结构、大小、颜色等特征进行鉴别，方法较为成熟；②微观形态学方法，主要用于幼虫的鉴别。利用扫描电镜，组织学切片等方法，观察幼虫（蛆）的体节棘带、前气门、裂侧气门，腹节背面等部位的形态结构特点，马玉坤等（1996）曾编制了四种蝇类名龄幼虫的分类鉴别检索表。表3例举了三种蝇类幼虫鉴别的两个指标。③生化方法，主要用于形态学难以鉴别时。国外已开展研究的包括蛋白质、酶、碳水化合物、激素以及荧光年龄色素（fluorescent age pigment）等。

表3. 扫描电镜下三种幼虫气门结构区别

蝇	前气门形态及孔突数 (个)	外裂气门腺开口辐状线 (条)
肥须亚麻蝇		
一龄	略方的半圆形	
二龄	28~30	3~4
三龄	28~30	3~4
巨尾阿丽蝇		

一龄	半圆形	
二龄	7~8	7~8
三龄	8~9	7~8
丝光绿蝇		
一龄	半月形	
二龄	7~8	6~7
三龄	7~9	7~8

近十年来，有人尝试利用DNA检测的方法区别蝇类，加拿大Felix等（1994）报道运用多聚酶链反应技术分析丽蝇科中3种蝇属，发现至少有118~192种不同的核苷酸排列方式。

[返回法医学进展与实践](#)

[返回四川省法医学会主页](#)

[返回华西医科大学法医学院主页](#)

二、尸食性蝇类的生长特性

尸食性蝇类的生长规律的研究是法医学实践应用的基础，其研究一般采用实验室培养和野外观察的方式。根据王江峰等（1998）研究比较，人、猪、牛等尸体材料对蝇类的诱集、产卵以及丝光绿蝇的生长发育期无明显差异，故目前由动物尸体上蝇类生长特性的研究成果大多可直接应用于人尸体。

（一）蝇类的一代生活周期

蝇类的生活周期分卵、幼虫、蛹、成虫4个阶段，一个周期亦称为一代。根据实验培养观察，巨尾阿丽蝇、丝光绿蝇、大头金蝇和肥须亚麻蝇四种常见尸食性蝇类的生长周期如表4所示，由表4可见在不同的环境温度下，不同种类的蝇的生活周期有较大的差异。

（二）蝇类的全年生活史

蝇类属生活周期较短、繁殖极快的昆虫，根据杭州地区的观察研究，一年中尸食性蝇类有5~8代之多，表5、表6、表7分别显示3种蝇类全年生活史的概况。值得提出的是，蝇类的全年生活史受地理环境状况的影响可能极大，在我国南方地区可有五六代，在北方地区可能为少，但北方缺乏较系统的比较研究。

（三）影响蝇类生长周期的因素

影响蝇类生活周期的主要因素有：①环境温度。一般来说，环境温度越高，蝇类发

育越快，相关性极强，故实践中准确了解掌握环境温度变化十分重要。但是，不同类型的蝇有自己最佳生长温度，并非温度越高越好。有研究表明，大头金蝇和肥须亚麻蝇在33℃环境中发育最快；而巨尾阿丽蝇和丝光绿蝇却在27℃时发育最佳，超过30℃时则停止发育。②湿度。湿度对蝇类的影响不如温度那么直接，一般认为在70%左右的湿度环境下适合于蝇类的发育。③日周期。尸食性蝇类有较强的日周期特性。据观察（杨玉璞等，1998），成虫在日落后趋于停息状态，也不产卵。这种昼出夜伏的习性对法医学实践中推断死亡时间具有很重要的价值。阴雨季节及背荫状态对蝇类发育总体影响不大，但可对卵的孵化有数小时的推迟。

表4 四种蝇类不同温度环境中的生长周期

周 期（天）

阶段	蝇 类	18℃	24℃	30℃	33℃
卵	巨尾阿丽蝇	1.35	0.90	0.71	
	丝光绿蝇	1.33	0.83	0.67	0.60
	大头金蝇	1.33	0.67	0.54	0.45
	肥须亚麻蝇	卵期极短			
幼虫	巨尾阿丽蝇	9.38	7.01	6.34	
	丝光绿蝇	18.29	9.42	14.24	14.19
	大头金蝇	13.33	5.08	3.83	3.46
	肥须亚麻蝇	8.92	6.38	4.86	3.98
蛹	巨尾阿丽蝇	10.75	7.50	7.00	
	丝光绿蝇	15.00	7.71	5.25	4.75
	大头金蝇	12.00	6.00	4.00	4.00
	肥须亚麻蝇	20.88	11.27	8.00	7.00

表5. 巨尾阿丽蝇各代历期及其发生时间

世代名	全世代历期 (天)	发生时期	平均温度和相对湿度
I	30.0	4月上旬至9月上旬	16.1℃, 74.8%
II	18.0	5月上旬至中旬	24.9℃, 56.2%
III	18.4	5月中旬至6月上旬	26.1℃, 65.1%
IV	20.5	6月上旬至下旬	24.8℃, 81.8%

表6. 丝光绿蝇各代历期及其发生时间

世代名	全世代历期 (天)	发生时期	平均温度和相对湿度
I	20.0	4月下旬至5月中旬	22.6℃, 60.4%
II	40.5	5月中旬至6月中旬	25.2℃, 72.4%
III	19.1	6月中旬至7月上旬	31.2℃, 66.8%
IV	18.5	7月上旬至下旬	32.7℃, 64.2%
V	17.5	7月下旬至8月下旬	32.3℃, 64.5%
VI	19.7	8月下旬—	30.8℃, 70.6%

表7. 肥须亚麻蝇各代历期及其发生时间

世代名	全世代历期 (天)	发生时期	平均温度和相对湿度
I	25.8	5月上旬至5月下旬	25.2℃, 62.4%
II	25.2	5月下旬至6月下旬	25.5℃, 76.6%
III	18.1	6月下旬至7月中旬	33.3℃, 60.3%
IV	18.6	7月中旬至8月上旬	32.5℃, 66.8%
V	19.1	8月上旬至8月下旬	31.0℃, 69.0%
VI	19.7	8月下旬至9月中旬	29.9℃, 72.9%
VII	29.7	9月中旬至10月上旬	23.3℃, 66.8%
VIII	34.2	10月上旬—	18.4℃, 68.9%

[返回法医学进展与实践](#)

[返回四川省法医学会主页](#)

[返回华西医科大学法医学院主页](#)

三、法医学实践中的应用价值

目前，蝇类的研究成果在法医学实践中的应用主要体现在死亡时间推断和死因鉴定两个方面。

(一) 死亡时间推断

利用尸食性蝇类的生长发育特性推断死亡时间是目前在腐败尸体上最有效的方法，即使在新鲜尸体上也不亚于其它的方法，只不过后者被较少利用。利用蝇类推断死亡时间目前有以下四种方法。

1. 称重推断法

称重推断法的基本原理是根据蝇类生长发育在不同时间内重量的变化在推断死亡时间。1995年美国Wells和LaNotte研究利用副螺旋丽蝇 (*Cochliomyiamacellaria*) 在28℃环境中孵育，不同时间段取材，干燥(50℃环境中48h)后称重，得到幼虫发育天数与其重量的关系(如表8所示)。称重推断法的优点在于操作简单，易于推广，但其缺陷一是只能适用于幼虫阶段，二是需要有系统的全面的基础研究数据。目前实践中应用不多。

表8. 副螺旋丽蝇幼虫发育天数与重量的关系

发育天数	一条蛆干重 (mg)
0.75	0.020
1.00	0.055
1.25	0.062
1.50	0.224

1.75	0.521
2.00	0.558
2.50	3.397
3.00	19.420
3.50	19.524
4.00	20.872

2. 体长推断法

体长推断法的原理是根据蝇类在生长发育中的体长变化来推断时间。马玉等（1996）研究发现，体长测量的蝇蛆保存在85%~95%的酒精溶液中效果最佳，不同环境温度下蝇蛆的最大体长及所需的发育时间有种类的区别（如表9所示），对一种蝇类来说在一定的温度下有一定的规律性，如表10所示。汤治州（1994）根据实验观察并用最小二乘法原理，得出了根据蛆、蛹长度推断死亡时间的回归方程： $t=(1.452-0.0353T)L-0.585$ ，式中T为气温（℃）；L为蛆蛹长度（mm）；t为推断的死亡时间（天数）。

体长推断法的优点和缺点总体上与称重推断法相似，但其研究较多，操作更为简单，比较适合于无需精确推断时。

表9. 不同温度下四种蝇类的最大体长及发育时间

温度（℃）	最大体长（mm）/所需时间（h）			
	巨尾阿丽蝇	丝光绿蝇	大头金蝇	肥须亚麻蝇
15	17.12/162			
18	17.09/158	15.33/195	16.22/222	16.50/104
21	17.28/143	15.42/118	16.30/126	16.88/84
24	17.50/130	15.81/90	16.70/86	16.92/82
27	16.98/92	14.98/72	17.45/86	17.00/50
30	16.80/102	14.57/76	16.75/90	15.75/66
33		14.02/78	17.00/78	15.60/48

表10. 不同季节蝇蛆的长度与死亡时间的关系（mm）

死后时间（天）	三月 0.8 ~16 (℃)	四月 4.7 ~22 (℃)	五月 10~ 25 (℃)	六月 15~ 28 (℃)	七月 20~ 33 (℃)	八月 22~ 33 (℃)	九月 15~ 31 (℃)	十月 9~ 25 (℃)	十一月 3.7 ~20 (℃)
0.5	卵	卵	卵	卵	2.0	2.0	卵	卵	卵
1	卵	2.0	2.5	3.0	4.0	4.0	3.0	2.0	卵
2	2.0	2.5	3.0	4.0	6.0	6.0	4.0	3.0	2.0

3	2.5	3.0	4.0	5.0	9.0	9.0	6.0	4.0	3.0
4	3.0	4.0	5.0	7.0	11.0	11.0	8.0	5.0	4.0
5	4.0	5.0	7.0	9.0	12.0	12.0	10.0	6.0	5.0
6	5.0	6.0	8.0	10.0			11.0	7.0	6.0
7	6.0	7.0	9.0	11.0			12.0	7.0	6.0
8	7.0	8.0	11.0	12.0				9.0	8.0
9	8.0	9.0	11.0					10.0	9.0
10	9.0	10.0	12.0					11.0	10.0
11	9.5	11.0						12.0	10.5
12	10.0	12.0							11.0
13	10.5								11.5
14	11.0								12.0
15	11.5								
16	12.0								

[返回法医学进展与实践](#)

[返回四川省法医学会主页](#)

[返回华西医科大学法医学院主页](#)

3. 活体培养推断法

活体培养推断法是将现场或尸体上的蝇幼虫收集后，在实验室加以培养至成虫，根据蛹的种类及其生活周期特性，可较准确地推断幼虫在尸体上的时间，从而推断死亡时间。这种方法的优点在于推断的精确性和针对性，恰好弥补称重和体长推断两种方法无法或不易鉴别种类的缺陷；但活体培养需要有专门的条件和知识，需要有专家的参与，因此难于普及推广。

4. 几丁质片层计数法

几丁质片层 (cuticular chitin layer) 是昆虫体表表皮的片层状结构，由酰氨基葡萄糖多聚体的几丁质和蛋白质构成，透射电镜下呈

横条形或波浪形的几丁质片叠加形态，且具有时间积累性的特点，所以被用于测定昆虫日龄的方法。根据研究观察，巨尾阿丽蝇一龄幼虫的几丁质片层最大8层，二龄最大11层，三龄如表11所示，(据马玉坤等1996)。

表11. 巨尾阿丽蝇三龄幼虫表皮几丁质片层计数

温度 (°C)	时间 (h)	片层数	累积速率 (层/h)
15	84	2	
	120	14	0.33

	156	39	0.69
	192	65	0.72
	228	69	0.11
20	48	3	
	84	35	0.89
	120	56	0.58
	156	77	0.58
25	48	26	
	84	74	1.33
	120	92	0.50
30	84	54	
	120	65	0.31
	156	76	0.31
	192	81	0.14

[返回法医学进展与实践](#)

[返回四川省法医学会主页](#)

[返回华西医科大学法医学院主页](#)

（二）死因的推断

根据蝇类的尸食性特点，利用毒物分析的方法和手段，检验触食中毒死亡尸体蝇类体内的毒物，可辅助认定死亡原因。尤其是尸体已白骨化，难以检测毒物时。这是近年来出现的法医昆虫学中的一个新的分支学科——昆虫毒物学（entomotoxiology）的主要贡献之一。近年来昆虫毒物学研究表明：许多金属元素如汞、铜、铁、锌、钙等在昆虫体内有生物累积性（bioaccumulation），其含量有时甚至还高于尸体腐败组织。

在中毒死亡尸体上的昆虫体内得到印证的毒物有金属类、有机磷类、巴比妥类、鸦片类以及可卡因等，Goff和Lord（1994）曾报道1例死亡67天后通过尸体上的蝇蛆检出死者生前服用的五种处方以上的药物成分，而在尸体脏器肾、脾组织中却未检出。利用蝇类体内毒物（药物）检测推断死因时特别注意两点：其一，由于目前尚无法确知昆虫体内毒物含量与尸体毒物含量的对应关系，所以推断宜十分慎重，有毒物并不一定是死因，正如体内有海洛因并非一定是海洛因致死；其二，某些毒物或药物可能是昆虫在其它地方，通过其它途径进入而非唯一来自尸体，所以应多方考虑，排除其它的可能性。

[返回法医学进展与实践](#)

[返回四川省法医学会主页](#)

[返回华西医科大学法医学院主页](#)