

高屏地區腐食性蠅類昆蟲相調查

傅耀賢 葉文斌 張鳴蘭 吳復生 陳怡燕 程建中*

高雄醫學大學生物系 高雄市 807 三民區十全一路 100 號

摘 要

本研究為臺灣地區首次的法醫昆蟲學田野調查，同步調查高屏地區法醫昆蟲學之雙翅目昆蟲主要種類及其活動與分佈。每兩個月一期的 6 次調查顯示雞隻的腐敗速度在不同月份有所差異，但其腐敗過程可分為幾個有規律的時期，分別為置出時的完整期、腫脹期、腐敗期、塌陷期及骨骸期；期間以腫脹期及腐敗期誘得之蠅最多，塌陷期之幼蟲均已成長至末齡四處爬行。研究發現，都會區（高雄市）與鄉下地區（屏東縣）不同的環境因子對昆蟲的活動與分佈有明顯影響。然而優勢物種在此二地區皆為相同之雙翅目種類，即麗蠅科；肉蠅在都會區是主要次優勢物種，農業區則是家蠅為次優勢物種。以族群量比較，在都會區一年裏各月的總額皆低於農業區。觀察 0、24、48 及 72 小時不同時間的棄屍處理，發現雙翅目族群的聚集及發生，主要都是在棄屍後 2~5 日內，此一時期為腫脹期及腐敗期。然而在延遲棄屍的各點間卻沒有規律性的誘集效果，而與環境溫度及有無遮蔽物有直接關係；在陽光直射的環境，這些蠅類族群的聚集及發生，低於遮蔽環境的族群；都會地區的未遮蔽點 K1 (24 小時後棄屍)、K3(72 小時後棄屍)及鄉下地區的直射地點，其蠅類出現比例均較低。

關鍵詞：法醫昆蟲、麗蠅科、家蠅科、肉蠅科

前 言

犯罪刑案有關的昆蟲學，其主要目的便是研究刑案相關或遺體上及其附近之昆蟲的相關事項，藉以佐證死亡事件的原因、時間、方法及地點。Benecke (2001a)整理的法醫昆蟲相關研究顯示，歷史上記載法醫昆蟲的第一個案例是在中國的宋朝的“洗冤集錄”上(西元 1247 年)；而西方國家的最早案例則在 19 世

紀中下葉的法國及德國。雖然其後陸續有相關的研究報告，但一直到 1986 年才有法醫昆蟲學的專書出現(Smith, 1986)。目前在世界各國則多有學者投入此一領域的研究工作(Benecke, 2001b)。

研究報告指出(Keh, 1985; Goff and Flynn, 1991; Catts and Goff, 1992)，法醫昆蟲的鑑識除根據昆蟲學的一般研究外，地區性的研究是無法取代的，特別是地區性的物種

*論文聯繫人
e-mail:wn7a1001@kmu.edu.tw

分類、昆蟲活動以及其分佈。而特別當屍骸位置不同於刑案發生現場(Byrne *et al.*, 1995)、屍骸被包裹(Centeno *et al.*, 2002)、被掩埋(Payne *et al.*, 1965)或是被封閉在車輛內(Catts and Goff, 1992)時,若需要藉助昆蟲學資料來估計精準的死亡時間(postmortem interval, PMI),就得在一些特定狀態進行模擬試驗(Hall and Doisy, 1993)。目前已有不少國家已建立起法醫昆蟲的相關知識(Benecke, 2001b),甚至應用於野生動物之保育案件之判案依據(Anderson, 1999)。以上的研究報告均顯示,許多昆蟲都有其獨特的棲所,不同地區或環境內的獨特物種研究,將有助於法醫刑案的判斷。

在台灣,法醫昆蟲的相關研究僅於開發當中,尚未有科學報告發表。本研究根據法醫昆蟲極具地區特性加以設計,探討都會(高雄市)及鄉村地區(屏東縣潮州)法醫相關的蠅類豐度及組成,建立台灣地區第一筆法醫相關的研究資料。每兩個月同步探討兩個地區的蠅類特性,建立基本資料,並探討延遲棄屍是否會影響蠅類的組成及豐度。結果發現區域環境的確是一重大影響因子,其中溫度對於屍體的分解及幼蟲的增長有緊密的關係,而日光的直射與否,也是影響蠅類群聚的重要因子。

材料與方法

一、試驗動物之設計

試驗材料為體重約 2,000 到 2,500 公克之成熟公雞,將公雞以折頸方式致死,折頸後於動物之循環及呼吸功能尚未停止前,立即於公雞右腿內側基部以解剖刀劃穿腹壁深達內臟長 5 公分的傷口。

本研究自 2000 年一月開始在高雄及屏東兩地以隔月方式進行戶外實驗之觀測與採集

工作,時間分別在一、三、五、七、九及十一月等六次。每次之實驗均同步於高雄及屏東兩地之各四個地點進行不同時間之死後延遲暴露,調查延遲棄屍之動物,其屍體組織之死後變化,對於雙翅目昆蟲相之組成與演替之影響。每個實驗地點間相距至少 50 公尺以上,以避免因實驗地點過度接近引起之相互干擾。實驗點附近半徑 50 公分內,距地表高度 30~50 公分處放置一具高低溫溫度計,觀測氣溫高低之變化情形。

二、延遲棄屍之處理

動物犧牲操作後,其中一隻立即放置於長、寬、高各為 30 cm、網目為 2 cm x 1 cm 之鐵籠中,並置於第一實驗點(K0: Kaohsiung 第 0 小時; P0: Pingtung 第 0 小時)。其餘三隻動物之屍體裝入雙層之黑色塑膠袋分別標示 24、48 及 72 小時,裝屍袋經封口機熱壓封口後,置於 25°C 之恆溫箱中保存,分別於 24、48 及 72 小時後取出置放於第二(K1 及 P1)、三(K2 及 P2)及四(K3 及 P3)個實驗地點。屍體放置後調整屍體位置與方向使腹面之切口朝上,方便日後之實驗觀測。收集受屍體吸引之雙翅目昆蟲,並分析延遲棄屍對於蠅類誘引的異同。

三、屍體腐爛過程與幼蟲的蛆體大小

實驗進行期間每日對各點之雞隻屍體進行拍照存證,以紀錄昆蟲幼蟲成長及雞隻屍體腐化分解過程;並對於動物屍體受昆蟲繁殖所進行之腐化分解狀況予以紀錄,分別記錄屍體外觀變化及幼蟲相對之生長情形,直到該實驗地所進行之動物屍體軟組織完全分解塌陷,並於屍體殘骸中找不到幼蟲為止。由於戶外實驗極易受環境及氣候之變化影響,實驗紀錄資料除屍體之腐爛情形外,同時紀錄實驗當時之天

候狀況、過去 24 小時內最高、最低溫度以及實驗點四周之環境與植被狀況。

四、蠅類之採集及鑑定

在昆蟲收集上，主要以實際停駐屍體之昆蟲為主，先以長寬高為 32 cm 之厚紙箱圍罩於放置動物屍體之鐵籠四周並於上方留空，於上方留空處蓋上捕蟲網，以驚擾方式將籠內之昆蟲驅趕使向上飛逃、進入捕蟲網中，每次誘捕的時間約 30 秒。當屍籠中所有之昆蟲均向上飛入捕蟲網後移開捕蟲網，並將網內昆蟲收集、置入標示各點之專用毒瓶中，待驚逃之昆蟲重新聚集後，再行圍罩誘捕。此外，對屍籠四周半徑 1 公尺內盤旋飛行或停駐之蠅類以捕蟲網進行揮掃收集，併入該點之毒瓶保存。將昆蟲以插針方式固定並附加採樣時間及地點之標籤，置入 45°C 恆溫烘箱烘乾 48 至 72 小時，製備成乾燥標本保存，並鑑定至科名。

結果與討論

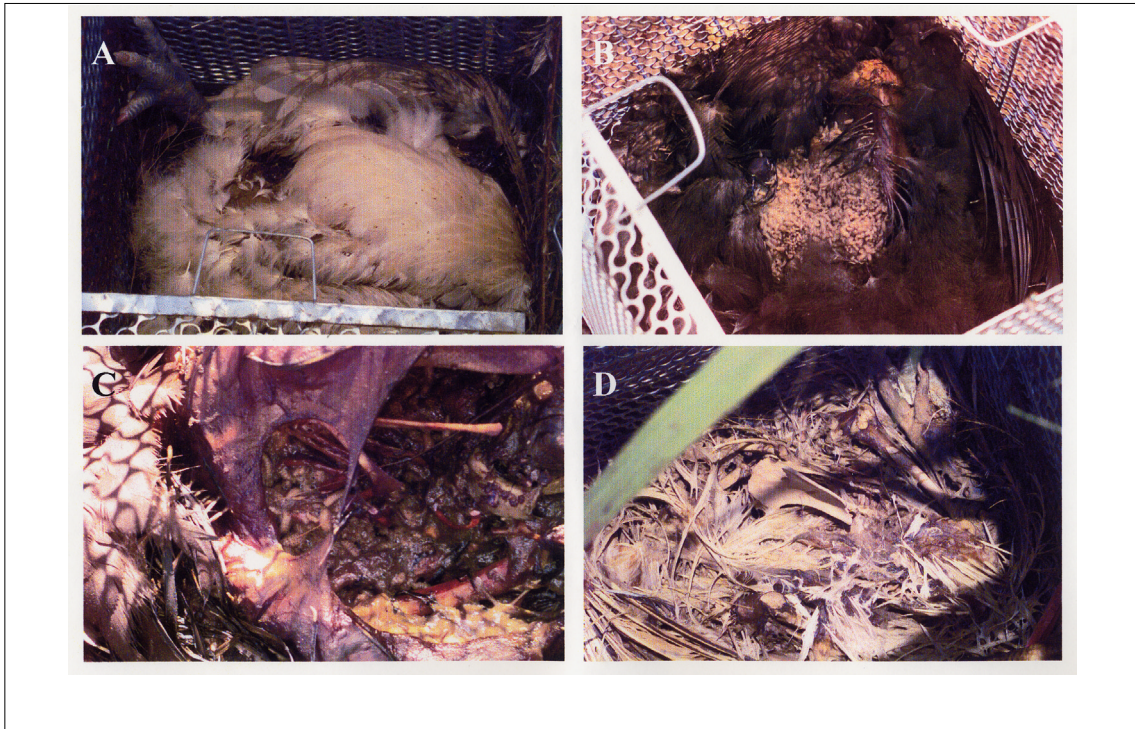
本研究以戶外之動物實驗模式，藉以模擬死後屍體及相關法醫昆蟲之族群出現與相關之分佈及演替情形。而戶外實驗受當時之氣候狀況如氣溫降雨等因素，對於觀測所得之結果有相當顯著之影響。在過去一年中總共進行之六次實驗期間，雙翅目昆蟲出現於屍體及附近周圍之高峰多集中於屍體置放出之後的二至五日內，其後隨實驗動物屍體之軟組織被分解完畢而驟減。就地理位置上兩地同為平原地形、在距離上北南僅相距 30 公里，受緯度高低所產生之差異有限，其間差異原因可能來自於其所在環境形式不同之影響。詳細資料分段敘述如下。

試驗動物的腐敗程度與蛆體大小及誘引能力

之關係

雞隻腐敗的過程可分為幾個有規律的時期，其誘引力也有所不同。分別是置放出去時的完整期、腫脹期、腐敗期、塌陷期及骨骸期(圖一)；從屍體的置放到蠅類成蟲的誘引及產卵為完整期；此一時期的前期無論是都會區或農業地區的蠅類並不多見；屍體死後因細菌及細胞分解產生氣體致使整個屍體膨脹發綠，稱為腫脹期，在此時期，屍體發散出強烈氣味並有屍水滲出，進一步吸引大量腐生性昆蟲之聚集及產卵，此一時期麗蠅科(Calliphoridae)物種為優勢族群，而家蠅(Muscidae)及肉蠅(Sarcophagidae)僅佔總量的 7~8 %。在腐敗期，卵已完全孵化並進入 2-3 齡，大量取食殘骸，致使屍體快速分解，此時期麗蠅成蟲數量大量減少，家蠅及肉蠅的數量亦不多。當屍體的軟組織大致分解而塌陷時，蛆已近末齡，並大量外移或隱蔽於屍體下方，僅有少數未完全發育的幼蟲仍在取食，此期麗蠅已不多見，而家蠅或肉蠅的成蟲數量則較多見。屍體軟組織完全消耗殆盡的骨骸期，僅餘骨骼、皮毛及屍體下方少量之蛆，而麗蠅及家蠅則不再出現，僅可見少量的肉蠅及鞘翅目的埋葬蟲與隱翅蟲。從雞隻分解的程度及過程與誘集蠅類的關係圖(圖二)可知，高溫時的分解程度(七及九月的均溫 40°C)較低溫(一月時的 13°C)時為早，腫脹及腐敗所需時間均較長久。而各分解階段對於蠅類的誘引能力也有顯著的差別；各個調查時期均顯示腫脹期(bloated, b)及腐敗期(decaying, de)最具誘引能力，均佔各調查時間的 90%以上，分析顯示出此二時期誘引的顯著性($F = 12.59$, $P = 0.01$)。可見蠅類對於屍體不同分解過程所散發出的氣味，可能有不同的偏好性。

都會及鄉村地區的蠅類組成及族群動態

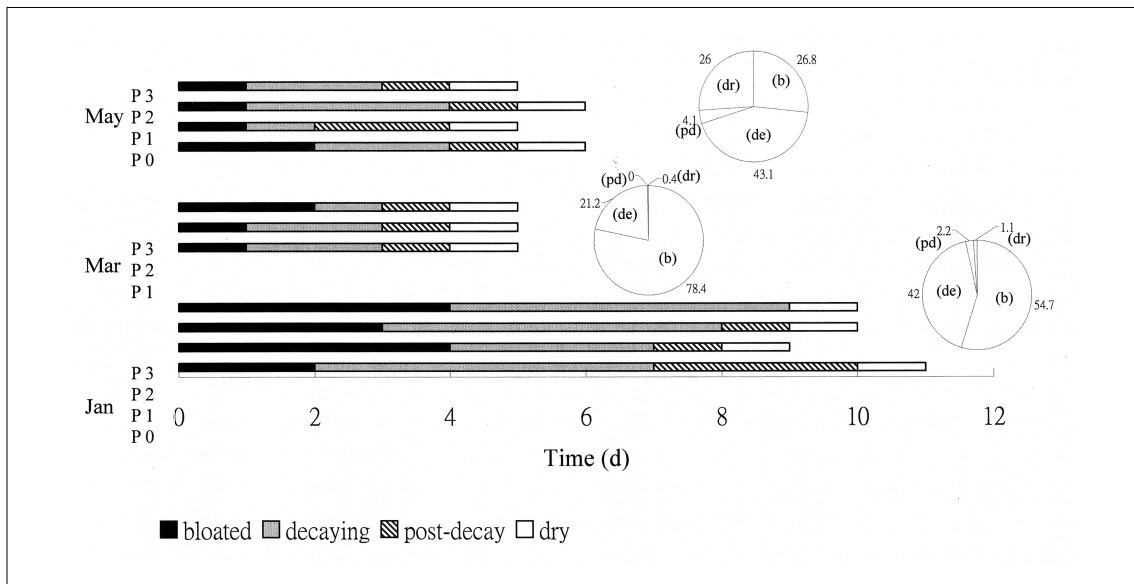


圖一 雞屍的分解過程，(A)腫脹期，(B)腐敗期，(C)塌陷期及(D)骨骸期。

Fig. 1. Decay procedures in a hen carcass, (A) bloated, (B) decaying, (C) post decay, and (D) dry stages.

全年度各月份的蠅類豐度分佈(圖三)可知，麗蠅科、家蠅科及肉蠅科三大分類群的出現比例及族群動態有很大的差異。麗蠅在整年度的調查當中，都是豐度最高的一群(圖三 A)，其數量在各月份幾乎均超過 200 隻，出現的頻度以一月及三月為最高，爾後遞減到九月，至十一月再度升高。此一情形反映出麗蠅科在溫度較高的五月、七月及九月數量較少的族群動態；另一個原因，可能是天氣炎熱使得屍體分解程度加速，麗蠅前來聚集而被捕的天數比較短，導致麗蠅的誘集總量比較少。而高雄第一月份捕獲的麗蠅特別少，是否與寒流陰雨或都會特性有關則較難以釐清。家蠅及肉蠅出現的豐度相較於麗蠅則明顯的少，各月份出現的數量幾乎不超過 100 隻，甚至低於 10 隻。無論在都會或鄉下地區，家蠅的數量均不多(大

多少於 30 隻)(圖三 B)，且都市地區的數量比較少；其棲群動態在兩個地區也類似，在三月到九月，其族群數量在各月份之間未有太大的波動，於都會地區大約維持在 8 隻，而鄉下地區則維持在 30 隻上下；然而無論在都會地區或鄉下地區，於十一月份的誘捕數量均明顯增加，達到 50 隻或 75 隻甚至於一月份的 100 多隻。雖然肉蠅的數量(圖三 C)並不多，但其出現卻有截然不同的族群動態，無論在都會地區或鄉下地區，其在最炎熱的五月及七月均出現較高的族群數量。此次的調查顯示雖然環境因子變動很大，像一月的寒流，及其它月份調查時所碰到的陰雨或棲所受到人為干擾(甘蔗之採收)，族群組成及變動的分析結果顯示，麗蠅都是最優勢的族群，家蠅在十一月份及一月份有較高的族群量，而肉蠅則是在五月及七月



圖二 分解速度及其誘引能力；分別調查一、三、五月屏東地區各試驗點的誘引情形；圖形旁之數字分別為該月不同分解時期的誘引比例；縮寫分別為腫脹期(b)、腐敗期(de)、塌陷期(pd)及骨骸期(dr)。

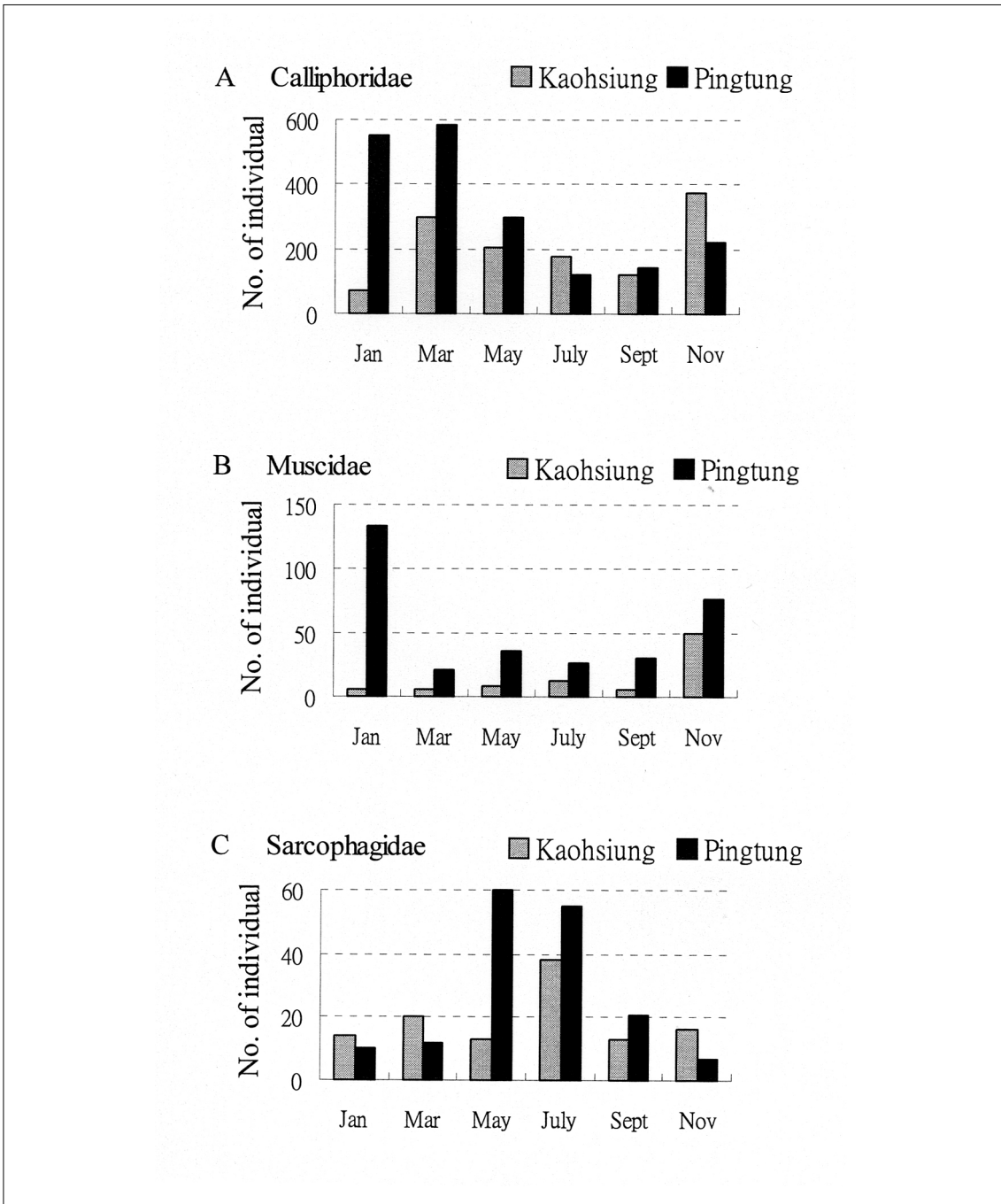
Fig. 2. Decaying capability and attraction ability at each decaying stage. Decaying stages for different treatments of P0, P1, P2, and P3 were calculated separately for January, March, and May. Values in the pie graph next to the horizontal bar represent the dipteran proportions for each collection month. Abbreviations in the parentheses within or beneath the pie graph refer to decaying stages; b, bloated; de, decaying; post decay (pd); dry (dr).

份有較高的族群量。

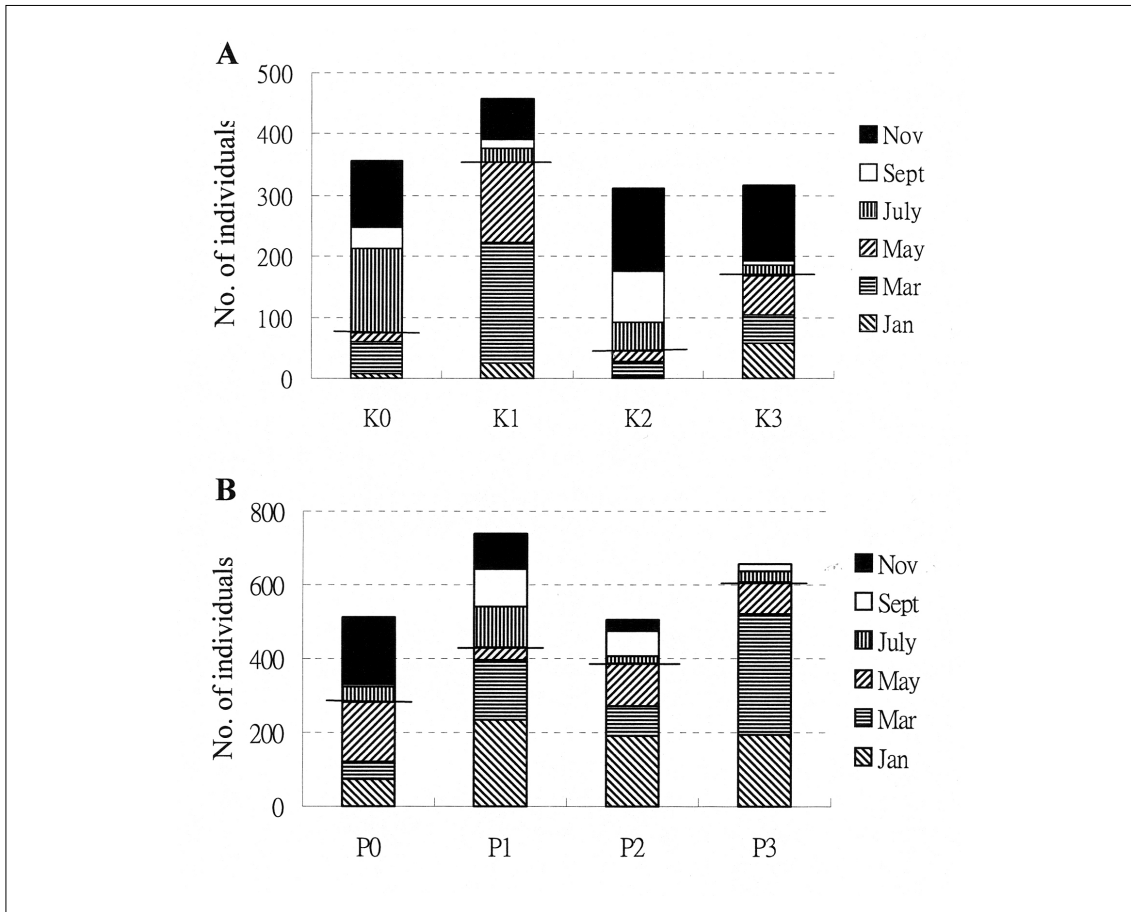
延遲棄屍與蠅類之豐度組成

法醫昆蟲學應用雙翅目蠅類來做為刑事案件鑑定上的依據，各地區的蠅類受地理條件、溫度變化和人類活動，會有不同的族群模式，這在此次所選擇的實驗地點可得到證實。高雄地區的四個實驗地點顯示出延遲棄屍對於蠅類的誘集能力不一定有顯著的相關，會受到環境因子的影響。從圖四 A 可得知，都會地區延遲棄屍的各點誘集到的蠅類有兩種趨勢。上半年(一、三及五月)的誘集量以 K1 及 K3 兩誘集點最好，而下半年的誘集效果則以 K0 及 K2 兩點最好。此結果顯示延遲棄屍的誘引能力並未有正相關。從環境因子的層面來看，K0 及 K2 兩地點具有樹木遮陰而 K1 及

K3 則沒有；於上半年(一、三及五月)，溫度較低，蠅類出現在未遮蔽的 K1 及 K3 兩點較高，此低溫時期太陽直射於蠅類體上，似乎未有負面影響；而在下半年(七、九及十一月)，溫度較高，太陽直射高達 40°C，蠅類偏好出現在有遮陰的 K0 及 K2 兩點。而兩種不同的溫度模式自然會影響屍骸的腐敗速度，對於蠅類幼蟲的成長發育時間上更是有絕對的影響，形成蠅類在不同環境下的演替模式。在鄉下地區四個試驗點的結果則與高雄地區截然不同；鄉下地區的試驗點位於甘蔗田內，遮蔽條件在各試驗點較為均一，但是在上半年與下半年的環境棲所差異很大；前半年均有成長的甘蔗遮蔽，而後半年之甘蔗已採收，直至 11 月才種植甘蔗苗。從圖四 B 可以看出，延遲棄屍的各點間的誘引力未有明顯之規律性出現；若以環境棲



圖三 高雄及屏東地區隔月調查的法醫雙翅目豐度。圖 A、B、C 分別屬麗蠅科、家蠅科及肉蠅科。
 Fig. 3. Succession of forensic dipterans from the Kaohsiung and Pingtung areas every two months. A, B, and C represent Calliphoridae, Muscidae, and Sarcophagidae, respectively.



圖四 各調查時間延遲棄屍的誘引情形，屍體置出時間分別為 0、24、48 及 72 小時，K 及 P 分別代表高雄及屏東。

Fig. 4. Attraction capability of different delayed treatments of 0 hour (P0, K0), 24 hours (P1, K1), 48 hours (P2, K2), and 72 hours (P3, K3) every two months. K: Kaohsiung; P: Pingtung.

表一 小型蚤蠅在各試驗期的出現比例

Table 1. Collected proportions of phorids in each survey

		Jan	Mar	May	July	Sept	Nov
Kaohsiung	Phorids	26.2	18.6	7.4	0	0	9.1
	Others ¹	73.8	81.4	92.6	100	100	90.9
Pingtung	Phorids	63.7	34.3	16.8	0	0	2.6
	Others	36.3	65.7	83.2	100	100	97.4

¹A pool of the Calliphoridae, Muscidae, and Sarcophagidae.

所為基準，P0 及 P1 兩個處理點在下半年的誘引能力均較 P2 及 P3 兩個延遲棄屍點有較高的誘引力，推論可能與分解的程度有關，此一時期溫度較高分解速度快，誘集時間較短。由上述都會及鄉村地的誘集資料可知，整體而言，從各月的資料分別比較，各點之間未有消長上的意義存在，而與環境有絕對的影響，尤其在夏秋陽光直射的情形下，會影響雞隻的腐敗速度及蠅類停留的時間。

蠅類棲所選擇之偏好

棲所之改變對於蠅類族群的聚集，在屏東地區有明顯的影響。屏東地區選擇的實驗環境為台糖種植甘蔗的農地，在五月份的實驗時期正好是甘蔗採收季節，實驗地點周圍許多蔗田已陸續在採收甘蔗。爾後此實驗地點的農田經過整地與休耕至十月，在十一月份的實驗期間，農田中才種植高約 0.5 公尺的新蔗種苗。因此，屏東實驗地點的地理環境可以說是兩種有差異性的地貌，這對於該地區蠅類族群的誘引聚集有很大的影響。本實驗在上半年的三次實驗中，屏東實驗地點周圍為較高或待採收之甘蔗田，提供了蠅類極佳的棲息與避暑場所，因此該地區周圍的蠅類有穩定且豐富的族群數量。實驗棄置的屍骸置出後，實驗地點周圍的蠅類很快的被吸引而來棲息於試驗點的周圍。在經過甘蔗採收及整地的六月到十一月期間，屏東地區實驗地點變成空曠的開闊地，受太陽直射的溫度高達 40°C，不適合蠅類的棲息，因此該地區的蠅類族群數量無法維持先前穩定的高數量族群，使得屏東地區七、九及十一月份所捕獲的蠅類總數量遠遠低於上半年實驗的數量(圖三 A)。

誘捕的蠅類中，有許多小於 0.3 公分的小型蠅類，大多屬於蚤蠅科。這些蠅類在前半年一、三、五月三次實驗中佔有相當的比例(表

一)。在高雄地區，一及三兩個月的誘集蠅類中均有 20 % 左右的比例，五月份則有近 10 % 的比例，而在七及九兩月所捕抓的蠅類則多為麗蠅、家蠅及肉蠅，至十一月份就又有近 10 % 的小型蚤蠅類。在屏東地區實驗所捕獲的小型蚤蠅，一月份有高達 63.7 % 的比例，在三月份仍有 34.3 % 的比例，而在五月份後降至 16.8 %，在下半年的三次實驗中則幾乎沒有小型的蚤蠅。這些小型蚤蠅應與季節有直接的關聯性，僅在一至五月天氣尚未轉熱時出現，而另一個原因也可能與誘集點的遮蔽物有相關，無論在都會地區或鄉下地區，上半年均有較佳之遮蔽物提供棲息環境，於都會地區為小型至大型的灌木或草叢，而鄉下地區則為 3 至 4 公尺高的甘蔗。而下半年兩地區的遮蔽棲所則有明顯的變化，都會地區因整地而剷除一些灌木，而鄉下地區則因甘蔗採收而失去屏障。兩個地區的棲所變化顯示，在太陽直射的高溫情形之下，蠅類不會暴露太久，因此下半年的蠅類捕獲量明顯少很多。高雄地區一、三、五月份主要因為有許多可遮蔽的環境，而在十一月份時高雄的實驗地區因為荒置而又長出高約 1 公尺的草叢，同樣提供了蠅類棲息的環境；而在屏東地區的實驗環境，上半年的前三次實驗期間，甘蔗田尚未或在採收期間，大量蠅類棲息於其中，而後半年農地成為寬闊地後，未分類蠅類的數量也幾乎沒有。從上面未分類蠅類數量的增減情形顯示，蠅類的族群、種類、數量會因為地理環境的改變而有相當的差異性，因此對於不同地區環境條件下，法醫昆蟲學的研究均有調查的必要性。

誌 謝

本論文研究經費承蒙法務部之補助，計劃編號為 IMF89-F005。

引用文獻

- Anderson, G. S.** 1999. Wildlife forensic entomology: determining time of death in two illegally killed black bear cubs. *Journal of Forensic Science*. 44: 856-859.
- Benecke, M.** 2001a. A brief history of forensic entomology. *Forensic Science Int.* 120: 2-14.
- Benecke, M.** 2001b. Forensic entomology: the next step. *Forensic Science Int.* 120: 1.
- Byrne, A. L., M. A. Camann, T. L. Cyr, E. P. Catts, and K. E. Espelie.** 1995. Forensic implications of biochemical differences among geographic populations of the black blow fly, *Phormia regina* (Meigen). *Journal of Forensic Science*. 40: 372-377.
- Catts, E. P., and M. L. Goff.** 1992. Forensic entomology in criminal investigations. *Ann. Rev. Entomol.* 37: 253-272.
- Centeno, N., M. Maldonado, and A. Oliva.** 2002. Seasonal patterns of arthropods occurring on sheltered and unsheltered pig carcasses in Buenos Aires Province (Argentina). *Forensic Science Int.* 126: 63-70.
- Fan, Z., ed.** 1992. Key to the common flies of China, 2nd edition. Science Press, Beijing. 992 pp.
- Goff, M. L., and M. M. Flynn.** 1991. Determination of postmortem interval by arthropod succession: a case study from the Hawaiian Islands. *Journal of Forensic Science*. 36: 607-614.
- Hall, R. D., and K. E. Doisy.** 1993. Length of time after death: effect on attraction and oviposition or larviposition of midsummer blow flies (Diptera: Calliphoridae and flesh flies (Diptera: Sarcophagidae) of medico-legal importance in Missouri. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 86: 589-593.
- Keh, B.** 1985. Scope and application of forensic entomology. *Ann. Rev. Entomol.* 30: 134-154.
- Payne, J. E.** 1965. A summer carrion study of the baby pig, *Sus scrofa* Linnaeus. *Ecology*. 46: 592-602.
- Smith, K.G.V.** 1986. A manual of forensic entomology, The trustees of the British Museum, Natural History, London and Cornell University Press, Ithaca.
- Xue, W., and C. Chao, eds.** 1996. Flies of China, Vol. 1 & 2. Liaoning Science & Technology Press, Shenyang. 2425 pp.

收件日期：2002年8月28日

接受日期：2002年11月13日

Necrophagous Dipterans in the Kaohsiung and Pingtung Areas

Yaw-Syan Fu, Wen-Bin Yeh, Ming-Lan Chang, Fu-Sheng Wu, Yi-Yen Chen and Chien-Chung Cheng*

Department of Biology, Kaohsiung Medical University, 100 Shih-Chuan 1st Road, Kaohsiung, Taiwan 807, R.O.C.

ABSTRACT

This is the first investigation to study the activities, classification, and distributions of forensic medical-related insect species in the field in southern Taiwan. Forensic dipterans were simultaneously collected every two months in Kaohsiung City and Pingtung County using hen carcass. The decay capability of hens differed; however, procedures in decayed hens were similar and went through the following five stages: fresh, bloated, decaying, post decay, and dry. It was found that the environmental conditions of the urban, Kaohsiung City, and rural area, Pingtung County, were crucial factors for the occurrence of insects. However, these two experimental areas shared the same three dominant families of the dipterans, i.e. Calliphoridae, Sarcophagidae, and Muscidae. Calliphorids were the dominant family throughout the year and occurred in both areas. In the urban and rural areas, the second dominant species were flesh flies and house flies, respectively. In the urban area, the population size of flies was smaller than that from the rural area for the same period. In observation from the delayed exposure treatments of 0, 24, 48, and 72 h of the carcass, most of the dipteran populations occurred within two to five days, i.e. in the bloated and decaying stages. However, succession was not found among these treatments. Dipteran populations were affected by temperature and environmental shelter. For example, treatments K1 and K3 were unsheltered in an urban area and exposed to direct sunshine in a rural area, respectively, and were less favorable to dipterans.

Key words: forensic entomology, Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae

