

公務出國報告

(出國類別：研習)

赴美參加顯微鏡國際年度研討會、屍體 死後變化現象課程及交通事故照相技能 報告書

服務機關：臺中市警察局

姓名職稱：鑑識課警務員 洪巧螢

鑑識課巡官 林瑜敏

派赴國家：美國

出國期間：99 年 7 月 8 日至 99 年 8 月 6 日

報告日期：99 年 10 月 18 日

摘 要

隨著民國 92 年我國刑事訴訟制度的修正，整個法庭活動重心傾向於兩造當事人間之攻擊防禦，相互辯證成為審判程序中的核心，因此證據，尤其是科學證據，成為法庭論辯之重點；不同的證據，依其特性而具有不同的證據調查程序，所應用的科學技術與科學知識，隨著時代的進步演進，各個環節都將影響物證之證據能力與證明力。身為鑑識工作的執行人員，必須能掌握鄰近國家的鑑識資訊與科技，對於既有的鑑識工具及知識，更需常參與國際間所舉辦的研討會，藉由實際案例和實作的經驗分享，汲取相關領域人士的從實驗中所得到的結論與心得分享，知己知彼，切磋討論中更能激出學識的火花；藉由難得的經驗，一探田納西大學人類學研究中心的實驗機構，實際以人體為研究主體，更能貼近人類實際死亡的結果，以彌補我國對於屍體死後變化較為不足的部分，利用上課過程與學員們一起討論分析研判骨骸，試圖重建出當時的狀況，是難能可貴的經驗；面對交通事故現場，穩固基礎的攝影工作，才能詳實的將現場狀況記錄完備。綜合學習的心得經驗分享與參訪紐約州長島市刑事鑑識實驗室與現場勘察設備，並提出建議，期能增進本局刑事鑑識工作的效率，並能與刑案偵查相輔相成，以達實際科學辦案之助益。

目 錄

壹、 目的	1
貳、 過程	2
參、 心得	3
一、 伊利諾州芝加哥市麥克隆研究機構	3
(一) 麥克隆研究機構簡介	3
(二) 顯微鏡年會課程項目	4
(三) 研討會相關議題	5
1. Cyanoacrylate as an Embedding Medium for Fiber Cross-Sections	5
2. Fungi as Forensic Tools	6
3. The Hammer is Back	6
4. Microanalysis of Invasive Traumas	10
5. Microcrystal Tests for the Detection of Cathinone and Cathine in Khat	10
(四) 實作部分-動物毛髮鑑別	11
(五) 實作課程內容	11
1. 簡介	11
2. 顯微鏡特徵觀察	12
3. 毛髮鱗片觀察	12
4. 毛髮橫切面觀察	12
5. 毛髮皮質和髓質觀察	12
6. 實作練習心得	12
二、 屍體埋葬學研習會	17
(一) 機構簡介	18
(二) 課程簡介	18
1. 屍體死後變化情形介紹	18
2. 屍體裂解與相關法醫昆蟲學	18
3. 屍體死後變化	18
4. 燃燒過的骨頭觀察	19
5. 案例分析	19
(三) 課程內容概述	19
1. 概述	19
2. 骨頭生物檔案記錄要點	21
3. 屍體分解現象	22
4. 法醫昆蟲學	25
(四) 實作課程	27

1. ARF機構參觀導覽	27
2. 練習如何收集屍體周遭的昆蟲	28
3. 練習現場紀錄繪圖工作	32
4. 火燒骨骸紀錄與重建	32
5. 案例分析練習	34
三、 交通事故偵查之數位攝影學	36
(一) 前言	36
(二) 課程內容	36
1. 數位攝影與傳統攝影	36
2. 攝影基礎原理	37
3. 閃光燈之應用	42
4. 現場攝影應用	46
四、 NASSAU COUNTY POLICE DEPARTMENT參訪	50
(一) 前言	50
(二) 參訪心得	50
1. 現場勘察工作	50
2. 實驗室工作	51
肆、 建議事項.....	54
一、 加強顯微鏡於刑事鑑識上的應用	54
二、 推動鑑識訓練國際交流	54
三、 鑑識人員訓練與研習多元化.....	54
伍、 參考書目.....	56

壹、 目的

爲能實際了解美國對於顯微鏡上的應用與近期的研究發展，特別安排參加由麥克隆顯微鏡機構所舉辦一年一度的國際研討會，同時從實作中了解各個步驟的操作要領與意義；從小說及影集中耳聞「屍體農場」聲名遠播，爲了能實地了解該研究機構所從事的研究活動，特參與該大學於暑期所舉辦的屍體埋葬學課程，一同與世界各地的人類學學者研究屍體各種死後變化與環境中的各種變因對於屍體所造成的影響；交通事故是日常生活中與人類活動接觸最爲頻繁的一種意外，執法人員爲了能快速恢復交通路況，必須迅速紀錄事故現場的各種情形及現場狀況，而事故又最常發生在夜間燈光不明的地段，如何能迅速又正確將現場拍照記錄清楚，考驗著執法人員的能力。藉由赴美研習上述相關技能與充實鑑識知識，獲取美方在該領域方面的新知技術，以期提升本局鑑識人員的鑑識能量，完備各項採證工作所需具備的物證證據能力與證明力，使得物證得以呈現於法庭，使法官得以形成心證，做出正確的判決，以求完備物證科學性與法律性。

貳、 過程

一、伊利諾州芝加哥市麥克隆研究機構參加 2010 年 Inter/Micro 國際顯微鏡研討會，內容為：

- (一)各類工業、化學與科技於顯微鏡的近期研究結果發表研討會
- (二)應用顯微鏡鑑定動物毛髮之前處理與實驗步驟

二、田納西州立大學人類學研究中心研習屍體死後變化現象課程，內容為：

(一)屍體死後變化情形介紹

- 生物檔案建立回顧
- 人類學近期研究介紹
- ARF 機構參觀導覽

(二)屍體裂解與相關法醫昆蟲學

- 屍體死後裂解介紹
- 法醫昆蟲學
- ARF 機構：練習如何收集昆蟲

(三)屍體死後變化

- 自然腐化現象對骨頭的影響
- 室外現場紀錄與繪圖
- ARF 機構：現場紀錄、繪圖與重建
- ARF 機構：動物活動對於骨骸的影響

(四)燃燒過的骨頭觀察

- 大火對於屍骸的影響與死後屍骸遭受的創傷影響相比較
- 火災現場觀測
- 火災現場重建

(五)案例分析

- 火災現場整理回顧
- 實際案例分析探討

三、北佛羅里達州立大學訓練機構的警察技術與管理機構(Institute of Police Technology & Management)研習交通事故照相技巧，內容為：

- (一)數位攝影與傳統攝影
- (二)攝影基礎原理
- (三)現場攝影應用

四、Nassau County Police Department 紐約州長島市警察局參訪

- (一)警局簡介
- (二)刑事鑑識實驗室導覽與介紹現場勘察設備

參、心得

一、伊利諾州芝加哥市麥克隆研究機構

(一) 麥克隆研究機構簡介

麥克隆研究機構McCrone Research Institute (以下簡稱McRI)是位於伊利諾州的一個非營利性機構，由沃爾特.麥克隆(Walter C. McCrone)於西元1960年創立，該機構積極參與顯微鏡教學與研究活動上，機構內配置有多台偏光顯微鏡及其他光學顯微鏡，包含掃描顯微鏡、傅利葉轉換式紅外線顯微鏡、熱式及冷式載台，以及其他顯微鏡相關之配件、試劑、書籍和圖書資料，館藏資料豐富且多元化，可有效輔助各項化學、工業、顯微跡證上的應用與鑑定。McRI教學課程範圍以基礎級入門顯微鏡學為主，落實各個操作步驟與原理，以鞏固基本應用技術，進而根據不同的領域，針對特殊的樣本做進階的演練與操作。該機構的任務為彌補學術與應用上的差異，雖然眾所皆知的是顯微鏡可以應用在很多科學與技術領域上，但在美國當時並無大學專門教導顯微鏡的操作以及應用的技術訓練，因此，

由McRI承受此項重大任務，以完成創辦人的使命，使得顯微鏡的功效能發揮最大效益，也因為該機構並無商業目的，使得各行各業都能一同在此學習並分享其研究成果。該機構主要研究範疇在於利用顯微分析技術解決刑事鑑識、環保與食品議題、環境科學、製藥工業及古物鑑定等的問題，因此除了教學及研究外，麥克隆研究機構也創辦了國際顯微鏡年會，每年舉辦一次，每次為期一周，各項化學、工業及刑事鑑識上顯微鏡的專家們齊聚在此討論顯微跡證之鑑定及其他相關研究，可瞭解各項領域上的創新突破，或是改進優化的顯微鏡操作技術。除此之外，McRI也出版了討論顯微鏡雜誌，及其他教科書像是偏光顯微鏡教科書及顯微化學手冊等。

(二) 顯微鏡年會課程項目

Inter/Micro國際顯微鏡年會是國際上公認的會議，自從西元1948年開始舉辦，本次為第50次的會議；本次會議為期5天，前三天是以研討會的形式舉辦，議題涵括技術與儀器、環境與食品科學、刑事鑑識科學等議題，後兩天則是動物毛髮鑑定實作，由任職於Microtrace 研究公司的顯微鏡專家-Jason Beckert.擔任講師，為學員講解操作步驟及製作時的小技巧，使得玻片在製作過程中更加完善，俾利使用顯微鏡觀察時的紀錄工作能更為順暢，所欲觀察的標的物特徵效果較為明顯。上課情形如圖一所示。



圖一：研討會儀器展示與實作課程上機演練情形

研討會議內容涉及各項工業、化學及食品科學，形形色色的項目五花八門，在三天的研討會時間，共有36個議題(一天有12個)，特列舉與刑事鑑識相關的議題如下：

(三) 研討會相關議題

1.Cyanoacrylate as an Embedding Medium for Fiber Cross-Sections

一般刑事鑑識人員在做油漆片橫切面之切片包埋時，通常使用環氧樹脂，丙烯酸樹脂，與氰丙烯酸酯做為包埋液。市售的一般強力膠，可作為一種替代的包埋液，做成包埋切片。它是一種無色，含有揮發性的速凝劑，可將檢體永久性包埋在切片中，利用光學顯微鏡做檢查。本研究欲探討氰丙烯酸酯應用在纖維上，各種不同品牌產品是否產生明顯差異性。該研究發現，利用氰丙烯酸酯(三秒膠)當做纖維的包埋液，並比較不同的廠牌(例如Krazy Glue®、Super Glue®、Gorilla Super Glue®等，資料為美國的牌子)所做出的切片差異性，找出以氰丙烯酸酯為基底，最佳的玻片檢體包埋方式，並比較和先前不同包埋液的差異，以及使用氰丙烯酸酯為基底的優劣。

在操作步驟上，選用Super Glue®較為合適，成功的訣竅在於所滴的氰丙烯酸

酯容量越少越好，需利用滴管(tip)微量滴落，一滴落立即擺放上纖維至全乾(約30分鐘)；該技術較具挑戰性之處在於評量出較為適當的容量與乾燥時間(所滴的量越多所需乾燥的時間越長)。

2.Fungi as Forensic Tools

真菌(Fungi)是一種常見的族群，常見於溫帶地區，雨林、沙漠、苔原甚至是南極洲。個別種屬的真菌擁有特殊的分佈範圍及習性，某些品種與特殊的植被或樹林有關，像是某些品種常見於建築物中，而某些品種卻鮮見於室內。大部份的真菌類都會產生孢子(甚至是大量的孢子)，而這些孢子會遺留在土壤中，灰塵表面或空氣中的微粒。而孢子的分佈型態長久已被黴菌學家用來做為辨識真菌品種的一項特徵。本研究發現，從真菌品種的分類鑑別可以得出樣品從何採集的資訊，可提供刑事鑑識上採證地點的一項證據。

由相關文獻之實際案例上亦可得知，真菌可用來推測屍體的死亡時間預估值。案例中一個71歲的男子被發現死在一個花園中，屍體被埋在地面下6米的深度，發現時身著上衣及褲子。所著之上衣和褲子外及臉上佈滿了白色的真菌族群分佈，經調查該處並無雙翅類昆蟲和其他昆蟲的蛆存在，也就是說無法用刑事昆蟲學來研判推估死亡時間。該真菌被確定為青黴菌和土麴菌(*Penicillium* sp. and *Aspergillus terreus*)。這些真菌，廣泛棲息在活體的情況下，一般可在附著後的3-7天開始大量繁殖。觀測其該屍體外部各部位的分解狀況，及配合警方的調查筆錄資訊(該名男子最後一次與人有接觸之紀錄為 12天前)和真菌所顯現的證據顯示，該名男子之死亡時間約10天。由此可知，真菌亦是提供屍體死亡時間的資訊之一，當刑事昆蟲學資訊缺乏或無法判斷時，可用來估計死亡時間的最小天數，但仍需要進一步的研究以瞭解真菌類在人類屍體上的繁殖情形以及繁殖生存態樣。

3.The Hammer is Back

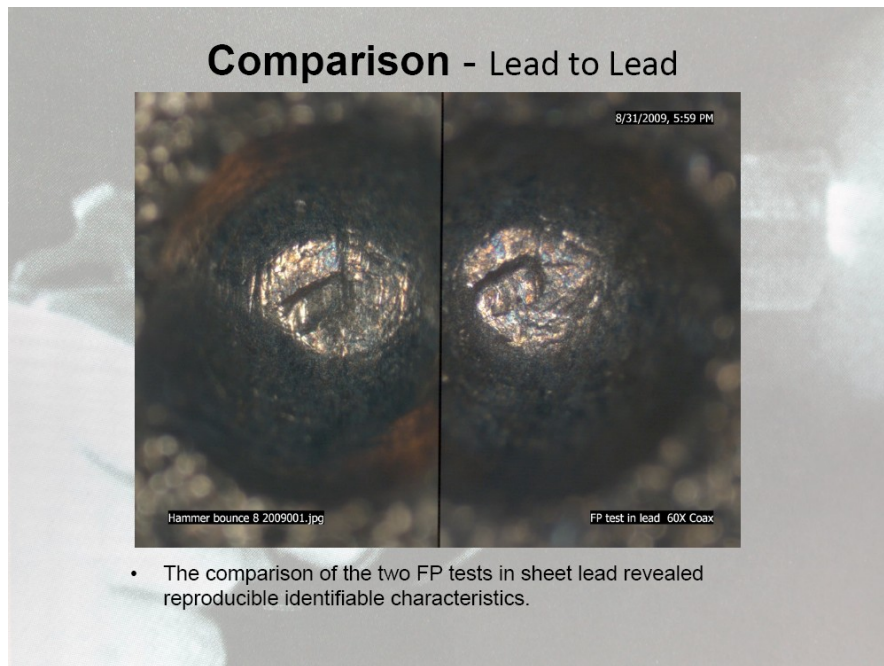
當裝填子彈的轉輪手槍一扣下扳機時，將引發一連串連續的反應。當槍枝進入待擊發狀態，將擊錘向後推至定點卡住，當扳機扣下釋放擊錘，擊錘將撞擊撞

針，撞針前端以瞬間高速撞擊子彈底火，底火因強烈撞擊而發火，所產生的高溫氣體及灼熱粒子將會點燃火藥，迅即擴展到整個火藥並同時產生高溫氣體，引起一連串氣體爆炸反應，膛室的壓力瞬間提高，將彈殼前方的彈頭射出，此為擊發過程。本實驗使用轉輪手槍，無論是擊錘連結撞針式或是擊錘撞擊撞針，已知情形是撞針撞擊底火後，因後座力的作用使得撞針產生二次撞擊，本研究欲探討，二次撞擊的影響，發現：(1)將撞針拆解下來，觀察撞針上的表面特徵，如圖二所示。以立體顯微鏡觀察，以撞針撞擊試射鉛版，試射鉛版上的撞針印痕，可以發現具有再現性，如圖三所示；



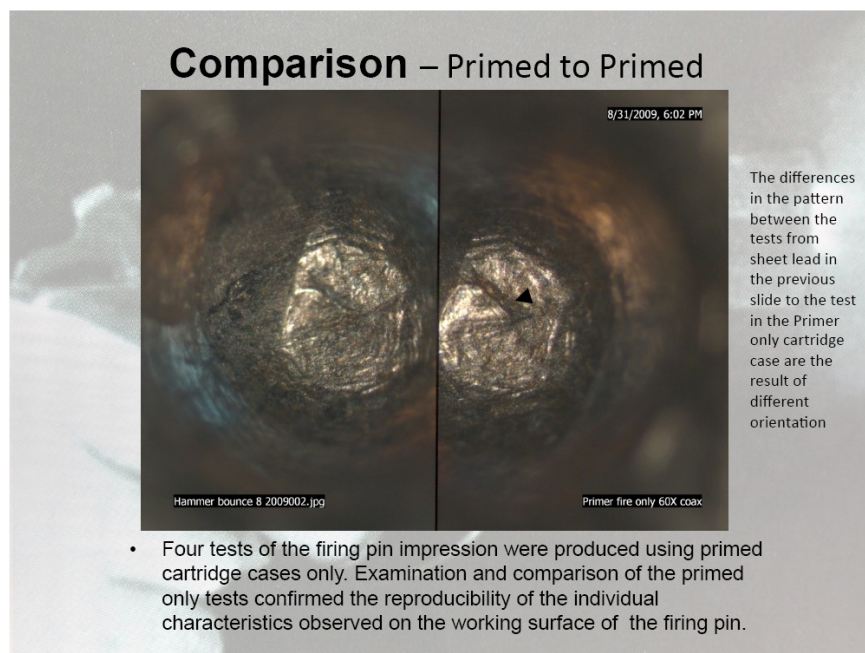
圖二、撞針表面上的顯微特徵¹

¹ 圖二~圖六皆出自於發表題目“The Hammer is Back”，發表者 Peter Diaczuk(John Jay College 教授)之投影片。



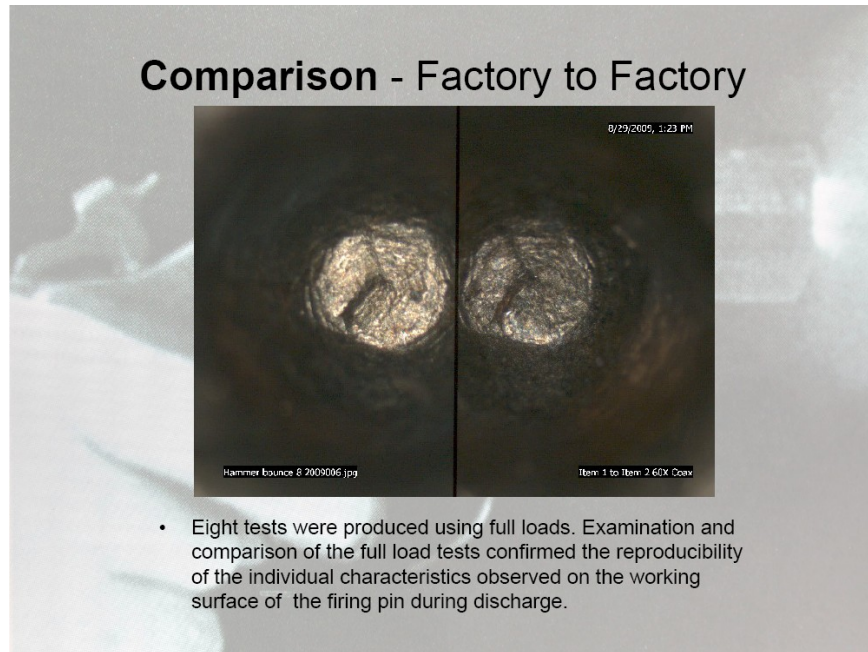
圖三、兩個試射鉛版上的撞針印痕

(2) 利用子彈僅裝填底火以減少後座力的產生，發現底火上的印痕與鉛版上做比較，子彈底部上之撞針印痕亦有再現性，如圖四所示；



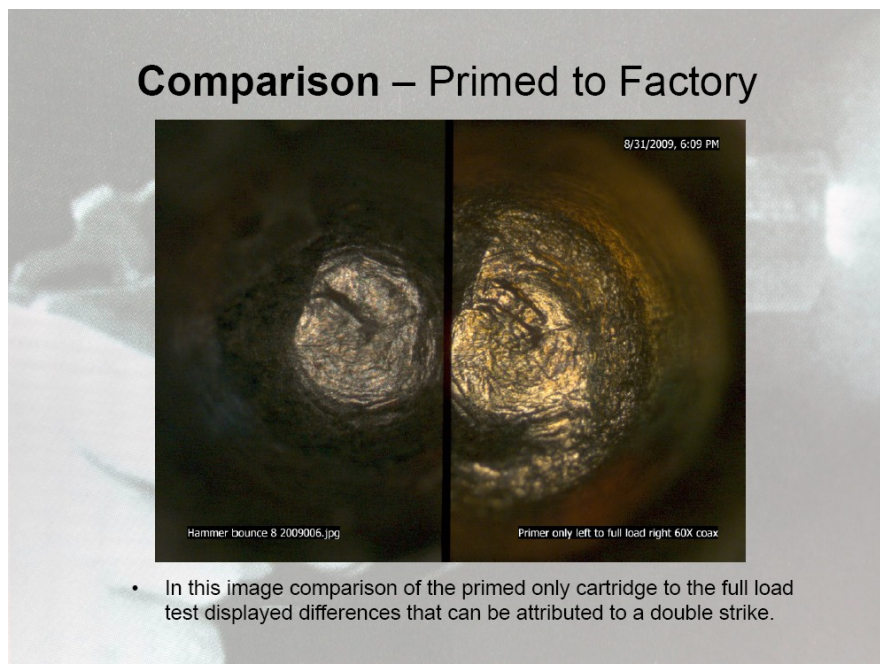
圖四、僅撞擊的子彈上撞針痕跡

(3)圖五顯示以裝填完整的子彈做測試，發現彈底上之撞針印痕，亦可得出良好的再現性；



圖五、裝填完整的彈殼底上之撞針印痕

(4)將僅裝填底火的彈底與完整擊發之彈底撞針印痕相比較，可以看出二次撞擊造成的明顯差異性。如圖六所示：



圖六、撞擊一次(左)與完整射擊(右)之撞針印痕

由以上得知，射擊後在彈殼底部所產生的撞針印痕，隨著不同的被射物所產生的結果不同，每發子彈的因狀況而異，因此當發現不同的彈底撞針印痕時，並

無法確認是由兩把槍或是二次撞擊所造成²。

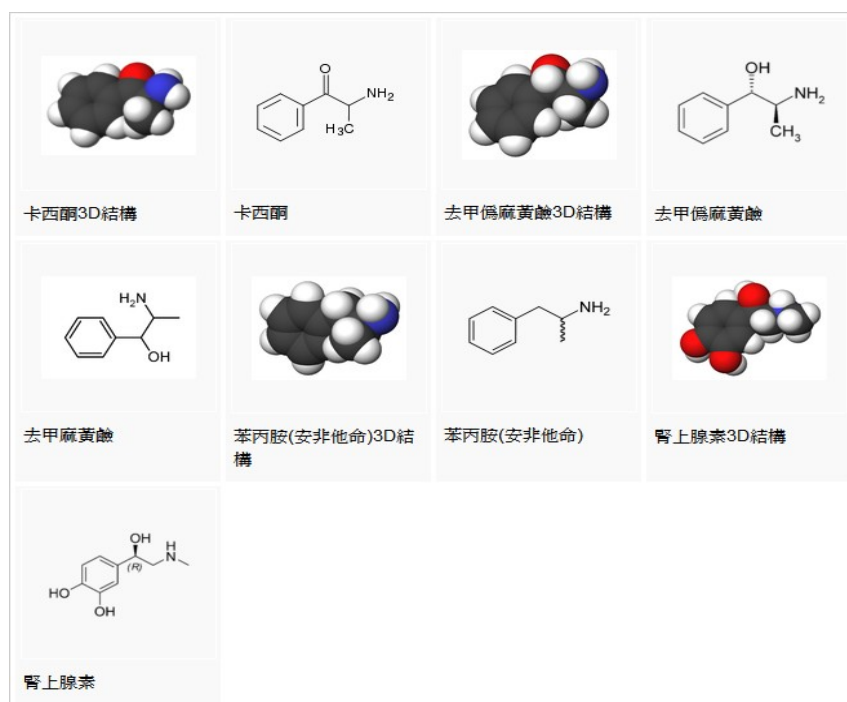
4. Microanalysis of Invasive Traumas

根據路卡交換原理，兩物接觸時，即可產生物質交換作用，互相在對方上遺留下痕跡，此原理亦可推論及應用在槍傷及創傷的傷口上。微物跡證分析的專家和刑事人類學者共同研究創傷上的顯微特徵，根據傷口上所遺留的微物跡證試圖找出與武器的關連性。在切下傷口及週圍區域的皮膚後，將其處於40°C下離析並乾燥之。其次，將骨頭清乾淨後放置在光學顯微鏡下，檢視外來的物質，然後再放置於SEM電子掃描式顯微鏡與EDS能量散射光譜儀下觀察。一般人可能會質疑，大部分的工具，例如刀子，都是由不銹鋼所組成，顯微特徵不具有特殊性，然而，該武器因其使用的歷史，使用的方式，會使得該武器上具有特殊的其他物質(例如常用來切肉的刀子上會有肉屑)因而有可能在砍殺被害者時，將外來物質轉移到被害者傷口上；在某些案例中，使用的兇器表面含有特殊或獨特的塗佈物質，利用顯微鏡觀察到傷口上遺留的特殊外來物質還有工具痕跡等特徵，可以成功連結到兇器，進而達到類化甚至是個化的效益。像是會中提出的案例，死者身上多重傷口上，經由顯微鏡鏡檢發現，檢視微小顆粒的組成成份分析，獨特的金屬比例與涉案的刀器上的塗佈物質吻合，建立了有效的關連性。

5. Microcrystal Tests for the Detection of Cathinone and Cathine in Khat

一種產於非洲部分區域及中東地區的阿拉伯茶葉(*Catha edulis*)，當地人嚼食茶葉以用來振奮精神及舒緩心情，係因其葉中含興奮物質，可嚼碎食用，目前已由人工引種栽培。而在此品種茶葉中最主要的兩種生物鹼是卡西酮(Cathinone) 和去甲假麻黃鹼(Cathine)，此兩種化學結構和安非他命相似。這兩種物質在美國屬於控制藥品，同時被藥品管理局列為第一級及第四級藥品。

² Peter Diaczuk, John Jay College 教授，專長於槍彈鑑識。內容所得結論出自於講者發表之投影片。



圖七：卡西酮(Cathinone) 和去甲假麻黃鹼(Cathine)結構式³

卡西酮(Cathinone, S-2-amino-1-phenyl-1-propanone)是此種阿拉伯茶葉中主要中的興奮劑，結構不太穩定，易分解成去甲假麻黃鹼(cathine)和苯丙醇胺(norephedrine)。當查獲可疑的阿拉伯茶葉時，會使用HPLC、GC-MS或GC-IR等化學測試方式鑑定是否含有卡西酮(Cathinone)和去甲假麻黃鹼(Cathine)。目前市面上尚未見到針對此兩種物質的微結晶試驗之發表，乃因實驗室缺乏相關的儀器設備，本研究提出一個較為適當的微結晶試驗法，包括萃取步驟、較適合之試劑以及不同光學異構物的差異性。

(四) 實作部分-動物毛髮鑑別

本次實作課程是以動物毛髮鑑別為課題，介紹基礎技術與方法，使我們知道如何正確處理動物毛髮證物。

(五) 實作課程內容

1.簡介

毛髮鑑定所需具備的基本知識，包括動物分類系統、動物毛髮資料庫的收集、

³ 圖片來源：維基百科(<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%B7%A7%E8%8C%B6>)，網頁最後修訂於2010年9月25日。

髮幹的結構等是類特徵皆有助於動物毛髮鑑定，要做好毛髮鑑定工作必須具有良好足夠的參考書籍及相關資訊背景知識。

2.顯微鏡特徵觀察

動物毛皮特徵、顏色、彎曲度、長度和厚度、外觀形狀及差異性。利用實作實際觀察上列所提及之各項重點觀察項目。

3.毛髮鱗片觀察

直接觀察法，將毛髮的外觀鑄模，將外觀的型態及細項特徵加以分類，同時改變不同的觀察區域的外觀型態，實際上機並操作之。

4.毛髮橫切面觀察

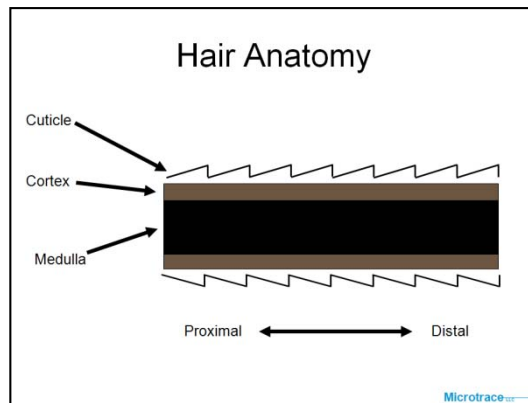
介紹製作毛髮橫切面之方法。製作橫切面要注意不同位置的毛髮外觀以及整體粗細程度，差異性將會影響橫切面的型態。

5.毛髮皮質和髓質觀察

瞭解髓質在毛髮辨識上的重要性，以及製作玻片包埋及樣品前處理的重點。

6.實作練習心得

首先先瞭解動物的分類系統，在收集動物毛髮時，分別建立基本的生物檔案資料，例如動物的年齡、性別、及其他應紀錄的生物資訊，在建檔名時，分別鍵入學名、俗名或其他特殊稱呼亦可附註在備考欄，若含有動物的照片，可上傳該動物的照片到資料庫裡以資備考，可增加資料庫的完整性。動物毛髮在皮膚外層的毛幹結構可分成表皮鱗片(cuticle)構造、皮質(cortex)部分及髓質(medulla)部分，橫切面示意圖如下：

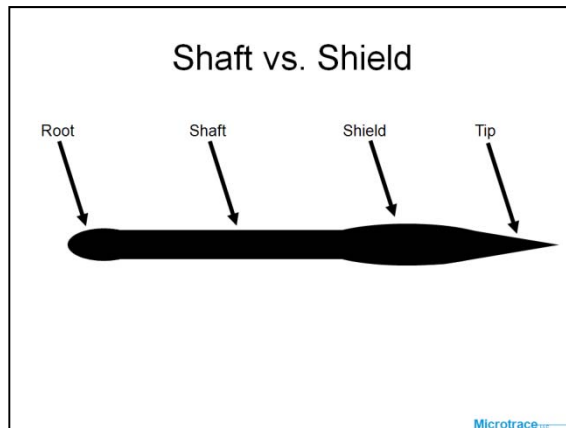


圖八：動物毛髮剖面圖示，從外到內分別是鱗片(cuticle)、皮質(cortex)、髓質(medulla)⁴

不同動物的毛髮型狀具有差異性，同一動物在不同部位的毛髮形狀亦會不同，因此鑑定時必須取相同部位的毛髮做比對才能作為有效的鑑定以得出正確的結論。在做人類毛髮與其他動物毛髮鑑定比對時可發現，以簡單的外觀檢視即可加以區別，但前提必須擁有完整的資料庫，一般會觀察毛髮的長度、顏色、毛髮粗細…等，其中最大的差異在於髓質所佔的比例，人類毛髮髓質比例通常小於1/3，而動物毛髮則是大於1/3；在鱗片構造上，人類毛髮與動物毛髮的差異也很大，因此藉由外觀檢測及橫切面的髓質係數觀察，即可做出區分。目前國內並無完整及有系統的各類動物毛髮資料庫，因此初步排除為人類毛髮後，無法在進行後續更有效的分析鑑定，乃因動物種類繁多，沒有標準品資料庫可資比對，因此建立數量豐富且有系統的動物毛髮資料庫勢必成為日後的一項重點工作。

在外觀檢測部分，講師讓各位學員自行找尋有興趣的動物各自觀察其外觀並做簡單的敘述與描繪，從毛根(root)、毛幹(sheft)與前端(tip)做系列性的紀錄，如圖所示。

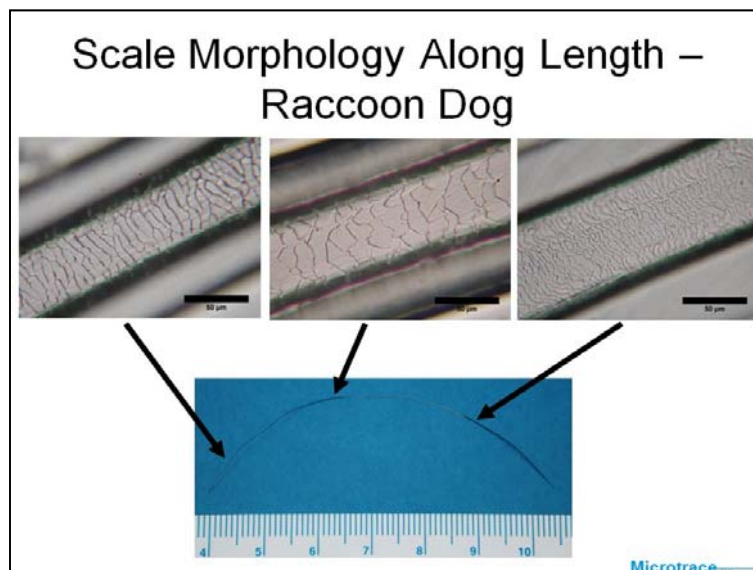
⁴圖片來源：講師 Jason Beckert(任職於 Microtrace, LLC 公司)上課投影片。



圖九：外觀檢測示意圖(同註4)

筆者選用的樣品是臭鼬(Skunk Fur)，在顯微鏡底下觀測到毛根處(root)的顏色較淡；另一個樣品是選用羔羊毛(Lamb,Russian Broadtail Stillborn)可以觀測到尖段(tip)變細的情形，顏色亦較淡；而某些動物在外觀上會有特殊的捲曲狀，像是鹿毛即具有特殊的捲曲型態，有時候可從捲曲型態研判出哪一種類的動物。

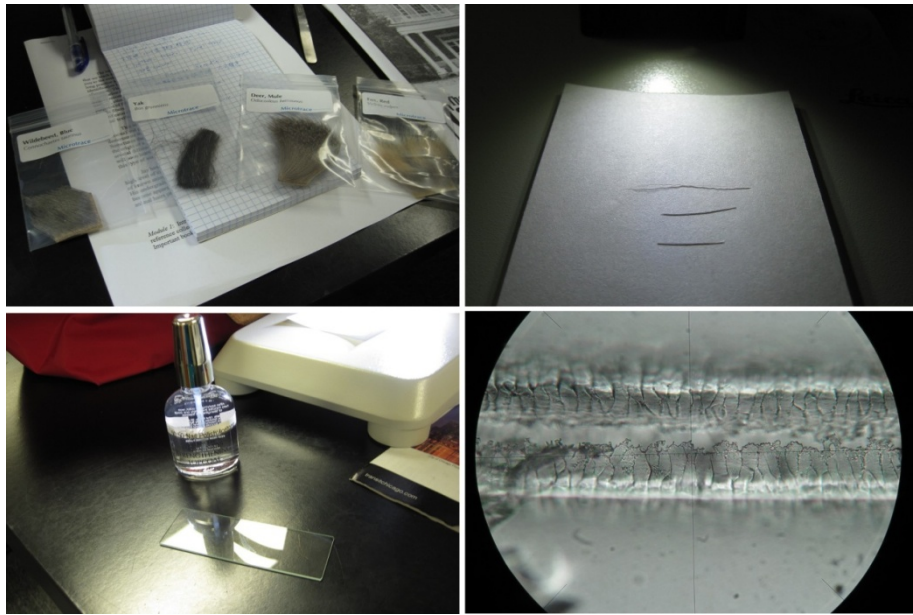
在觀測不同動物其鱗片的多重變化的實作檢測時，需注意取樣的部位，同樣一根毛髮的不同區塊亦會有鱗片上型態的不同，如圖十所示。



圖十：同一根不同部位的毛髮粗細程度不同，鱗片結構亦有差異(同註4)。

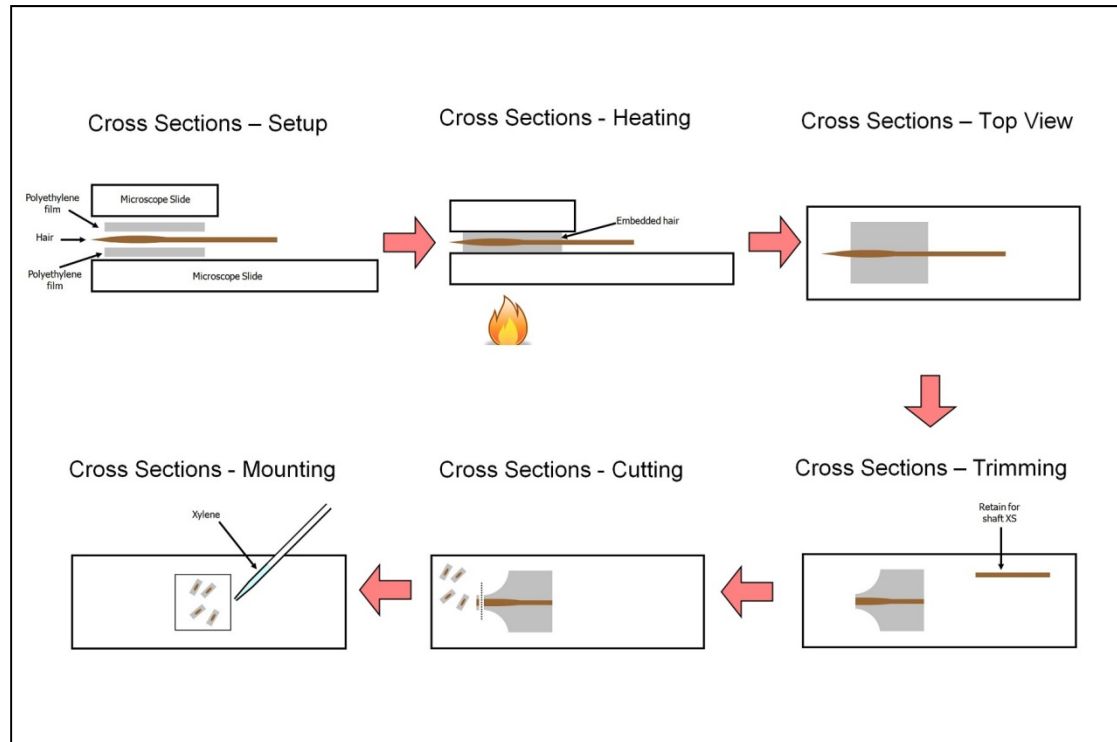
操作步驟如下：首先必須先將毛髮做表面的清洗，使用的溶劑是己烷(Hexane)，針對毛髮的表面做清潔工作；接著把毛髮置放於載玻片上，接著使用指甲油混合丙酮溶液(1：1)在載玻片上輕輕的塗上一層，靜待片刻等丙酮揮發掉即可將毛髮

從載玻片上移開，成功將鱗片鑄模在指甲油上，再移至顯微鏡下觀察。



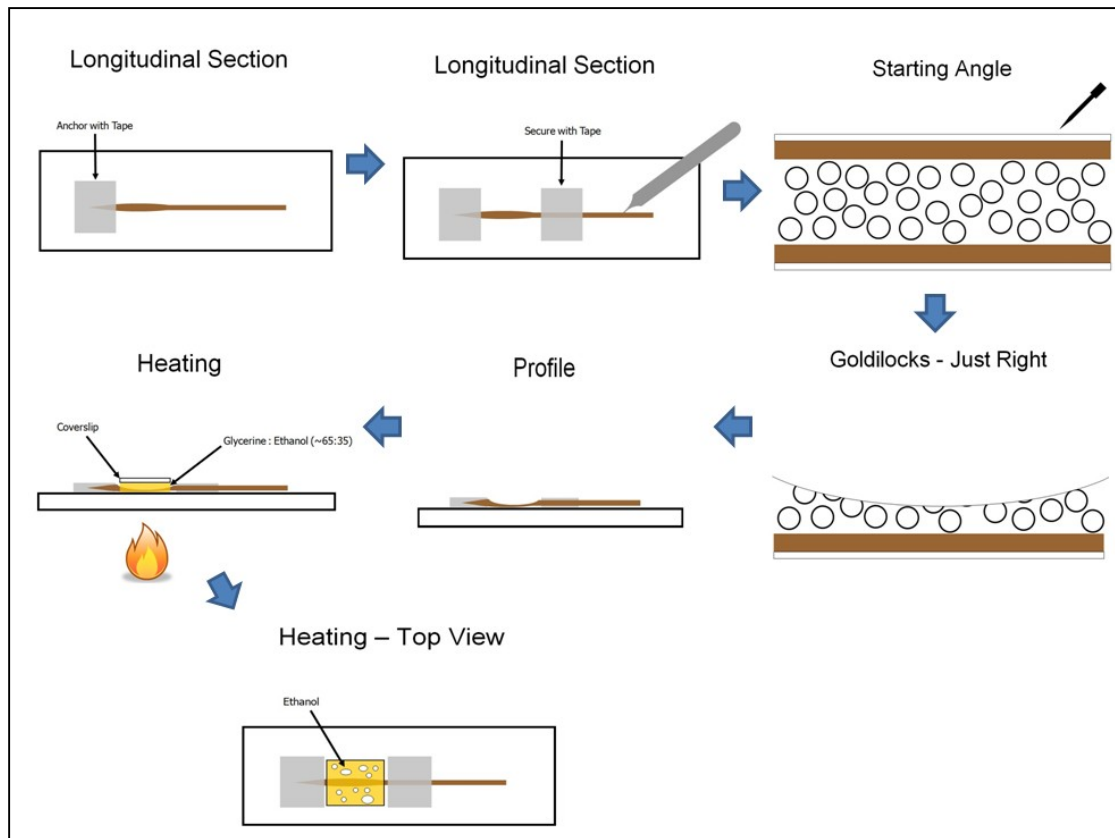
圖十一：外觀鱗片檢測實作情形

在橫切面檢測部分，選出所欲觀測的毛髮，上下各置放一PE材質的塑膠模包覆，形成三明治狀的把毛髮包覆其中，再置放於蓋玻片與載玻片中間，底下置放酒精燈加熱，使得PE塑膠模稍微熔融狀態，讓毛髮與PE塑膠模黏著在一起；接著使用解剖刀片切割出橫切面，注意要垂直切割以免切出厚薄不均的情形；最後再滴入二甲苯(Xylene)做包埋液，置於顯微鏡下觀測。操作步驟如下圖十二所示。

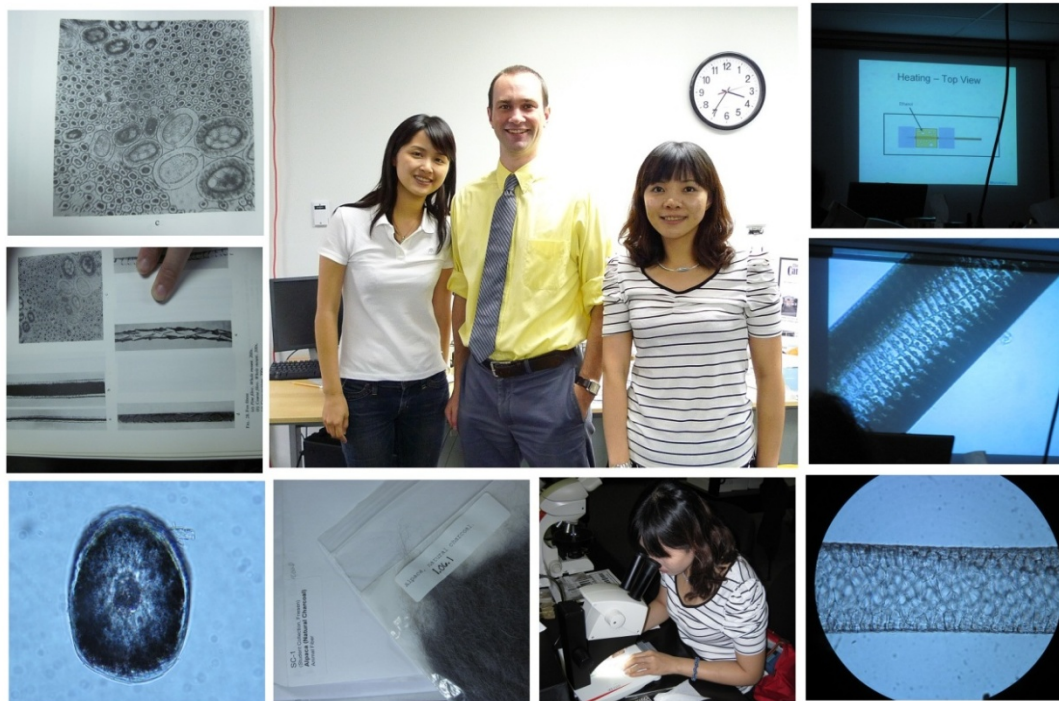


圖十二：製作動物毛髮橫切面之步驟(同註4)。

最後一個實作，即是毛髮皮質和髓質的形態觀測。操作步驟如下：首先將選用的樣品毛髮以膠帶將尖端固定在載玻片上，並在距離不遠處，毛幹中間處再黏上一個固定膠帶。接著，拿出刀片，以近乎貼近水平的角度，在立體顯微鏡觀察下，試圖從毛髮根部到頂部切出剖面，這是需要經驗累積出的技巧，有些毛髮的直徑很細，極易造成毛髮切斷的情形，講師有傳授小技巧，試著固定住刀片的角度，用另外一隻手移動載玻片，使得毛髮去靠近刀片，切割出一近似凹槽狀的圓弧曲線(講師解釋這樣比切直線的切法更好切，更順暢)；在凹槽處滴上甘油/乙醇(Glycerine：ethanol=65：35)溶液，在蓋上蓋玻片，在酒精燈下烤到有氣泡出現即可。操作步驟如下圖十三所示。



圖十三：製備毛髮皮質和髓質的形態觀測操作步驟(如註4)。



圖十四：筆者與講師合照及上課實作觀測情形

二、屍體埋葬學研習會

(一) 機構簡介

人類學研究中心位於田納西大學諾克斯維分校內，其中最有名的就是其附屬實驗機構，室外屍體裂解場(Anthropological Research Facility-Decomposition Field Laboratory,簡稱 ARF)，一般俗稱為屍體農場，由 1971 年 Dr. Bass 所建立，為一 25 英畝大的林地，週遭用鐵欄杆柵欄所圍住的一個開放式戶外實驗場地，藉由不同的環境因素，研究其對於屍體所造成的裂解現象，屍體源自於居民的自由捐贈或是無名屍，以供相關學者做不同變因的研究。

(二) 課程簡介

本項課程共上 5 天，上課方式分成兩部分，白天從 8 點 30 分到 12 點是在課堂內聽課，由系上老師依其專業項目講授課程，下午 1 點到 5 點則是到人類學研究中心的室外屍體裂解場上課，實地以實驗用的屍體做為練習教材，實際觀察並紀錄屍體死後所產生的變化。課程內容大綱如下：

1.屍體死後變化情形介紹

- 生物檔案建立回顧
- 屍體死後裂解介紹(I)
- 人類學近期研究介紹
- ARF 機構參觀導覽

2.屍體裂解與相關法醫昆蟲學

- 屍體死後裂解介紹(II)
- 法醫昆蟲學(I)
- 法醫昆蟲學(II)
- ARF 機構：練習如何收集昆蟲

3.屍體死後變化

- 自然腐化現象對骨頭的影響
- 室外現場紀錄與繪圖

- ARF 機構：現場紀錄、繪圖與重建
- ARF 機構：動物活動對於骨骸的影響

4.燃燒過的骨頭觀察

- 大火對於屍骸的影響與死後屍骸遭受的創傷影響相比較
- 火災現場觀測
- 火災現場重建

5.案例分析

- 火災現場整理回顧
- 實際案例分析探討
- 講解案例
- 總結與探討

(三) 課程內容概述

1.概述

任何元素存留在地球表面，經過長時間風化，會慢慢變成灰燼，除了少數的情況，當生物體保存在水中時，則有可能會變成化石。課程一開始，首先由田納西屍體埋葬學研究中心的創辦人—Dr. Bass 介紹本科系成立的目的，以及未來規劃的新設備。Dr. Bass 是法醫人類學博士，也是人類學研究科系創辦人。由於該項設施獨創且實用的屍體裂解實驗結果，對於刑案有了極佳的幫助，協助警方破獲大大小小的案件，使得該項實驗逐漸受到警方、法律學者與社會大眾的重視，也陸續得到多方的資源與贊助；未來的規畫，將使新的實驗室設備規劃更加完善，從運載屍體到實驗台分析，將會更加便利，以利後續的觀察、照相，收集蛆蛹及實驗室分析工作。

人類學研究所內所使用的屍體皆來自捐贈，而捐贈計畫是由1981年開始的，當時每年僅有 3 具捐贈的遺體，直到 1998 年至 2001 年期間，提昇至每年獲得 36 具遺體，捐贈數量逐年提昇，去年甚至高達了 128 具遺體的紀錄，截至目前

為止今年共獲得 66 具遺體捐贈，整個研究所共收集了超過 800 具的遺體（包含 750 名成人、50 位胎兒或嬰兒、30 個骨灰），其中成人遺體的年齡層範圍在 16 至 101 歲之間。

捐贈之遺體需註明下列生物性資料，包括：姓名、出生日期、出生地點、死亡日期、死亡原因、性別、種族、身高、體重、相片、頭髮顏色、眼睛顏色、慣用手、血型、職業、基本醫療史及牙醫史、紀錄刺青及外科傷痕。

目前有將近 300 位的捐贈遺體放置在屍體分解野外實驗室進行觀察，其中約 60 位是埋在地底，115 位放置於塑膠袋內，130 位放置在地表上。科學家可由人類屍體腐敗進行的相關研究包括：一般性的改變、埋葬屍體變化、防腐屍體變化、屍體槍傷變化、屍體被覆衣物腐敗情形、屍體生化研究（包括土壤內揮發性的脂肪酸、屍體組織生化分析、氣味分析等）、刑事昆蟲學等。

上課中 Dr. Bass 所引述的一個他親身所處理的案例，「Big Bopper」-Jiles Perry "JP" Richardson, 是一位有名的美國音樂節目主持人，也是一位歌手和歌曲填詞者，其中有名的歌曲為「Running Bear」，死於 1959 年，肇因於所搭乘的小型飛機墜落而罹難，同行的則是 Buddy Holly 和 Ritchie Valens，都是當代熱門搖滾歌手。「Big Bopper」的兒子在 2007 年 1 月要求是否能開棺驗屍，請求 Dr. Bass 協助，試圖解決在他父親死後的謠言，以澄清他父親是否真的於該墜機事件中罹難（謠言似乎謠傳他父親是遭受槍殺射擊而死）。而 Dr. Bass 解釋當時要打開棺木的困境在於，當時的封棺技術似乎沒有考慮到未來須被打開，因此 Dr. Bass 利用螺絲起子如同敲開汽水瓶一般的打開棺木，Perry Richardson(Big Bopper 的兒子)，站在 Dr. Bass 旁，也很驚訝經過快 50 年，屍體保存的比他們想像都還好，還保有搖滾巨星的風範。Dr. Bass 利用 X-ray 檢查，發現從胸腔到大腿，均有多處的斷裂。甚至可以看到脊椎也有多處斷裂，形成原因是當壓力壓迫時，不斷的加壓不僅造成胸腔的骨頭斷裂，同時將作用力傳導至後方，使得脊椎也形成多處斷裂，這種情況常發生在從高處掉落的人，這是個很重要的指標，檢查時應注意是項特

徵。Dr. Bass 指出，如此大量的骨頭斷裂是無法生還的，應是當場死亡，並從 X-ray 檢查中並無發現有彈孔射穿之情況，故可證明「Big Bopper」的確是當場死亡。

筆者能在田納西法醫人類學看到創辦人是種很難忘的經驗，尤其在這麼有名望的人面前，總是能感受到他們對於法醫學的熱愛，以其隨時幽默風趣的態度。

2. 骨頭生物檔案記錄要點

骨骼鑑定在法醫人類學上有悠久的歷史典故。鑑定過程通常是先敘述一項生物檔案記錄（biological profile, 又稱為生物簡介osteobiography），具體來說，主要就是應用於估計性別，年齡，種族和地位。年齡估計部分取決於可用的骨骼成分進行分析，不同的骨頭具有不同的特性(例如骨質的柔軟度)，因而在埋葬的過程中，產生出顯著的差異性。如學者Ritz-Timme⁵提出，在估計年齡時，所使用的方法(1)必須是透過相關科學領域所審訂的期刊上的方法；(2)其數據精確度必須是使用有效的測試程序，並利用統計學所計算得出；及(3)該方法必須足夠精確而能經常的在法醫鑑定上使用。

在觀察骨頭時，需同時紀錄相關的重要生物檔案，像是牙齒的齒冠(dental crown)與尖端構造(cusp formation)、根據牙齒齒冠與尖端隨著不同年紀的發展，可推算出實際的年齡，在法醫人類學和牙科方面，主要由兩派人類學家 Schour 和 Massler（1944）和 Ubelaker（1978,1989）以一系列標準化的圖像來表示不同年齡的牙列綜合圖，進而可由死者的牙齒進行比較，估計出死者的年齡。根據這些圖表可提供類似的牙齒成長趨勢圖從剛出生前到成年早期等 21 個不同發育階段的情況。不過，因這些圖表是不區分性別，亦有許多學者從中找出性別因素所造成的差異性，以下為 Ubelaker 學者所提出的圖表為例。從骨頭判斷年齡的方法，也可以利用骨盆、鎖骨、顱骨縫合...等相關資料提供研判死者的年齡，因此這些資訊都是在採集骨頭時，重要的生物檔案記錄要點。

⁵ Ritz-Timme S, Cattaneo C, Collins MJ, Waite ER, Schutz HW, Kaatsch HJ, et al. Age estimation: the state of the art in relation to the specific demands of forensic practice. *Int J Legal Med* 2000;113:129-36.

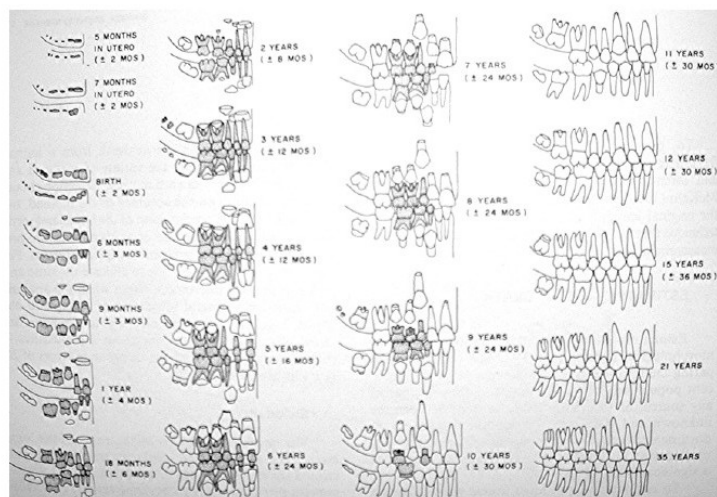


FIGURE 3.2. Ubelaker's 1989 Dental Aging Chart from *Human Skeletal Remains* (Fig. 71). Reprinted with permission of Taraxacum Inc. Publishing Company and Douglas H. Ubelaker

圖十五：Ubelaker's 1989 Dental Aging Chart(圖片擷取於上課講義)

3.屍體分解現象

講師 (Arpad A. Vass, ph. D) 這堂課要講述的分成四個部分，Human Decomposition(人體分解)、Time Since Death(死亡時間)、Decomposition Events(分解情形)、Burial Detection(埋屍檢測)。

3.1. Human Decomposition(人體分解)

首先觀察人體分解狀況可以幫助我們：了解屍體何時死亡，死亡位置在哪，死亡當時發生的事件以及被害者身分的關鍵資訊。而影響人體分解的幾個因素有：

i.溫度(高度，緯度，屍體埋葬深度，是否有水，風向，環境..etc)：

根據 Van' t Hoff' s Raw，溫度每增加 10 度(°C)，物體碰撞作用的體積增加兩倍以上，例如酵素、分解酶。

ii.水(來自於屍體、環境或空氣等)：

像是水可以形成穩定狀態的溫度、水可以調整 pH 值改變、水中 H⁺的改變影響細菌的活動力、可稀釋濃度、可當成某些極性物質的溶劑。

iii.pH 酸鹼值

影響細胞間的化學作用，影響酵素作用力，會受到細菌發酵而影響，

蛋白質水解造成環境呈鹼性，植物效應，反應速率等

iv.O₂ 氧氣的分壓效應：

像是埋葬的深度，浸泡在水裡，位於高緯度等，會造成延緩的分解(由於氧氣的作用較慢)，通常乾燥的土壤具有較高的氧化效應，而含水量高的土壤較缺乏氧氣。

人體分解的原因，分成自我分解(Autolysis)和腐敗(Putrefaction)兩部分，自我分解會造成的情況有 CO₂ 增加、酵素開始分解、細胞膜破裂和體液大量溢出產生大量養分，腐敗的情況則是細菌和其他微生物例如真菌的作用。

3.2. Time Since Death(TSD，死後時間)

J. I. Coe 說，從死亡發生後，沒有一種檢查屍體的方法可以正確的定出死亡時間，這也是決定 TSD 的困境，在此概略介紹幾種死後不同時間會具有的特徵，以及適用的檢查方法。

i.死亡狀態觀察

在死後 2-48 小時會產生的現象：(A)Rigor morits 屍僵、(B)Algor morits 屍溫(屍體降溫到周遭溫度)、(C)Livor morits 屍斑、K⁺增加(不一定)、其他(例如腦部分析、耳垂溫度、胃容物分析、血液化學組成分析、lactic acid 脂肪酸(一小時內)、cite...

超過 24 小時，未滿 48 小時：(A)刑事昆蟲學、(B) Fluid Analysis(VFA,inorganic 體液分析，收集含有體液的東西。如泥土，衣物，地毯)、(C)Tissue Analysis 組織分析(amino acids，GABA，GHB..)、(D)Aroma 氣味、(E)氣味/土壤化學分析、(F)DNA 裂解程度、(G)其他，例如屍體呈現狀況，衣物裂解狀況...

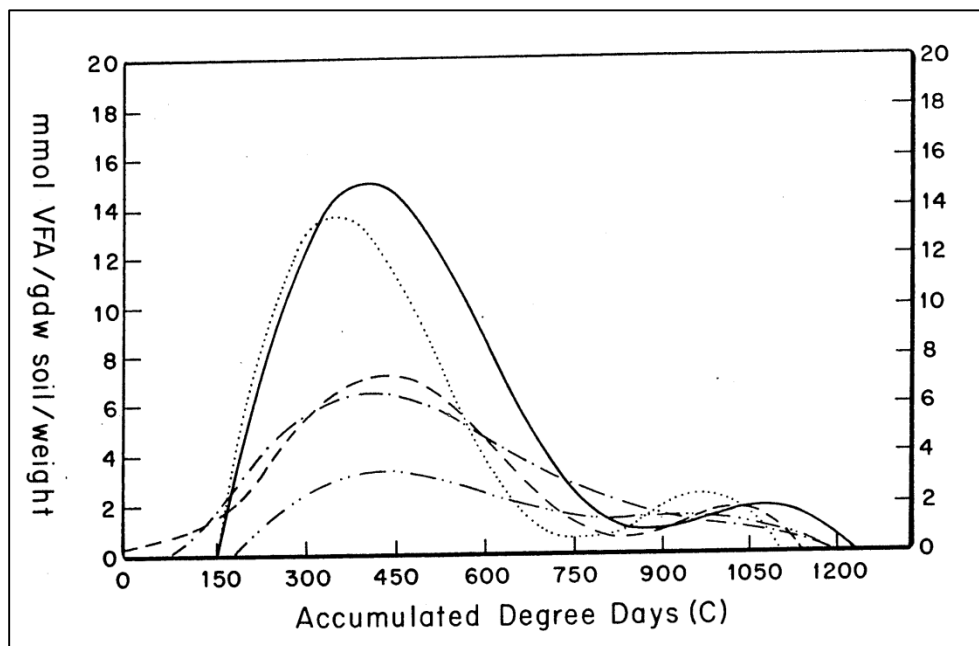
※衣物裂解狀況，例如棉質要 4-5 年，絲質大約要 5 年，羊毛要 8~10 年，皮革要 20 年以上。

ii.Rule of thumb 測量死亡時間的方法

積溫法則（Accumulated Degree Hours or Accumulated Degree Day, ADH or ADD）。1985 年 Greenberg 及 Lord 發表由積溫法則(ADH or ADD)推算 PMI，其是利用在建立時間點推測上的討論，以屍體附近的氣象觀測站所得的溫度資料，推測陳屍地點周圍溫度的每小時的變化，再以所收集的氣溫資料及可能的時間轉換成 ADH 或是 ADD，而 ADD 和 ADH 又稱為有效積溫（thermal summation），其理論基礎為年齡應和生長所得的熱量總和成正相關，以 ADH 或是 ADD 表示熱量總和，又稱為有效積溫。

計算公式：ADH＝發育時數 x（生長溫度－發育臨界溫度），或是 ADD＝發育天數 x（生長溫度－發育臨界溫度）。

建立每種蠅蛆在不同生長溫度下發育到某時間點所需要的 ADH 或是 ADD 資料庫，進而推算現場採集到的蛆蟲其生長可能花費的時間，進一步推算死亡時間。



圖十六：建立每種蠅蛆在不同生長溫度下發育到某時間點所需要的 ADD 圖（圖片擷取於上課講義）

3.3. Decomposition Events(分解情形)

使用時機即當大部分已經快速分解時；時間超過太久導致很多影響因素已經減弱；針對骨頭中的物質；存在較長時間(例如 20~30 年)；必須同時收

集系爭/標準物質做比對。所選用的觀察指標為以下數項，而通常控制樣本的泥土中，以下所列的無機成分含量都很少：

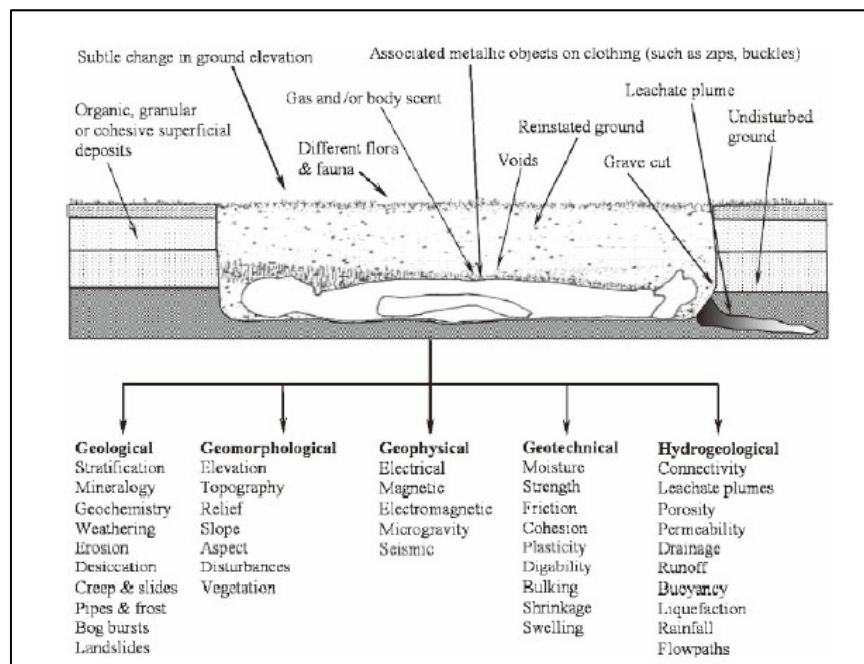
(1)Cd,Co,Cu,Zn,但含量不多

(2)Ca,Mn,Mg,Sr，隨著降解的程度變大而升高。

(3)Fe,Na,Si，保持平衡而且可維持長達數年。

3.4. Burial Detection(埋屍檢測)

通常，秘密進行的埋屍(意即棄屍)所挖的深度不會超過 2.5ft，會離水邊很近或者接近較少人經過的道路，可能會有衣物或其他遮蔽物包裹或者臉朝下。(一些常見情況以供參考)



圖十七：秘密棄屍常見情況(圖片擷取於上課講義)

4.刑事昆蟲學

一般而言，人死後，屍體受內外各種因素的影響，發生一系列化學、物理學及生物學的變化，死後變化主要現象，法醫可以根據屍體所呈現的特徵來判定死後間隔時間。判斷屍體死亡時間通常是根據屍體的狀態，例如屍斑、屍僵、屍溫及屍體組織上的變化做研判，一旦死亡時間延長，屍體腐敗的情況會更加嚴重，而增加判別上的困難度，推測死亡時間的精確度降低，此時

即可使用法醫昆蟲學（forensic entomology）做輔助。法醫昆蟲學在犯罪偵查最主要的應用即是利用屍體上的昆蟲相及昆蟲發育狀態，並配合現場狀況及氣候環境進而正確推斷死後間隔時間（post- mortem interval, PMI）。利用研究屍體周遭的昆蟲、節肢動物及其親代的型態，在刑事鑑識上，主要是應用在死亡案件上的調查，亦可應用於藥物與毒物的檢測，或是確認死亡時的位置。1986 年 Lord 與 Stevenson 共同提出廣義法醫昆蟲學（forensic entomology）的觀念及定義，將昆蟲與節肢動物的相關研究應用於法律之議題上，依其應用性質則可分成三部分⁶，都市昆蟲學(主要研究對於建築物及花園的病蟲害)、產品儲存昆蟲學(主要是研究儲存過程中是否有不當措施導致病蟲害的活動)及刑事藥毒物昆蟲學(主要是研究法醫昆蟲學中節肢動物的活動，藉由收集證據，試圖重建出屍體生前的事件如謀殺、自殺、性行為或其他虐待行為。由於許多昆蟲表現出特有的活動地點，或特定的活動季節或一天中的特定時間，藉由昆蟲在屍體周遭出現的時間可以幫助確定屍體死後間隔時間（PMI）和陳屍位置。)

屍體腐敗分類可分成五個時期，分別為新鮮期、腫脹期、腐敗期、殘骸期及乾屍期⁷，分述如下：

- A. 新鮮期（fresh stage）：屍體尚未開始腐敗，也無異味的產生。
- B. 腫脹期（bloated stage）：因腸道內的細菌開始分解蛋白質，產生硫化氫與氨氣，造成屍臭及屍體腹部腫脹的現象，甚者脹破。
- C. 腐敗期（decomposition stage）：第一波產下的幼蟲快速成長，蛆蟲由肛門、口部與腹部爆破處等處開始向身體各處擴散，進而侵襲身體各部。此階段腐敗速度非常快速，視當時的氣溫而有所不同。
- D. 殘骸期（decay stage）：這時的屍體經第一波昆蟲分解之後，大部分組織

⁶ Lord WD, Stevenson JR (1986) Directory of forensic entomologists, 2nd ed, Defense Pest Management Information Analysis Center, Walter Reed Army Medical Center, Washington, D.C.

⁷ 參考林明慧論文，中央警察大學鑑識研究所碩士論文，屍體上麗蠅科未成熟階段之年齡與其外型變化的關係-於刑事鑑識上的應用，民國 99 年 7 月。

與肌肉已被分解，僅餘部份殘骸及較堅韌的表皮及骨頭。此時後繼的昆蟲繼續來產卵、取食，直至屍體完全被分解為止。

E. 乾屍期 (dry stage)：屍體組織完全被分解，僅剩枯骨與毛髮。

一般而言，昆蟲會因其覓食特性的不同，於不同時期受到屍體上及屍體上已經存在的昆蟲所分泌的化學物質吸引而來 (Greenberg, 1991)，而發展成屍體上因不同時期而具有其獨特的昆蟲相，法醫昆蟲學家即可利用屍體上的昆蟲相及各種屬其幼蟲出現的順序，估計出死後間隔時間 (post-mortem interval, PMI) (Eberhardt and Elliot, 2008; Michaud and Moreau, 2009; Wang *et al.*, 2008)，以協助案件偵查。

(四) 實作課程

1. ARF機構參觀導覽

實地參訪屬於田納西大學人類學部的屍體分解野外實驗室，也就是一般人常聽見的屍體農場，其位於田納西大學校區內停車場後方的樹林中，實驗室外圍以籬笆環繞，內部樹林密佈，出入口實施門禁管制，故外人無法輕易看見及進入內部。屍體野外分解實驗室為田納西大學人類學家研究人類屍體死後變化之場所，他們利用整個野外實驗室具有天然的昆蟲生態及天候環境，及其地勢環境富有變化性等優點來進行各項實驗，例如研究人員將屍體模擬上吊的姿勢放置一段時間後，觀察屍體下方土壤之生物活動及屍體於上吊姿勢時的死後變化情形；或將多具屍體放置於鄰近的地區，控制其溫度、濕度與陽光等變因，觀察不同姿勢及表面是否有覆蓋物等條件影響屍體腐敗變化之情形。反觀台灣的鑑識科學領域在研究屍體的死後變化情形，是以動物進行實驗，而動物身體構造原與人類就有極大的差異，故實驗結果往往亦存在著本身既有的誤差，因此田納西大學的屍體野外實驗室其獨特性是非常珍貴的，筆者參訪該機構並在其中實作的情形如圖十八所示。



圖十八：講師於 ARF 機構內部講解實驗情形與分析

2.練習如何收集屍體周遭的昆蟲

當法醫昆蟲學家抵達現場時，必須能掌握並記錄詳細的現場物理環境資訊，屍體陳屍位置，以及該地點的進出入口動線。同時必須注意到，現場人員的行動亦會破壞周遭飛行及爬行昆蟲的活動及遷徙，因此必須限定人數進入該場地。相關的前置調查紀錄先告知法醫昆蟲學家後，即可開始進行昆蟲收集的動作。

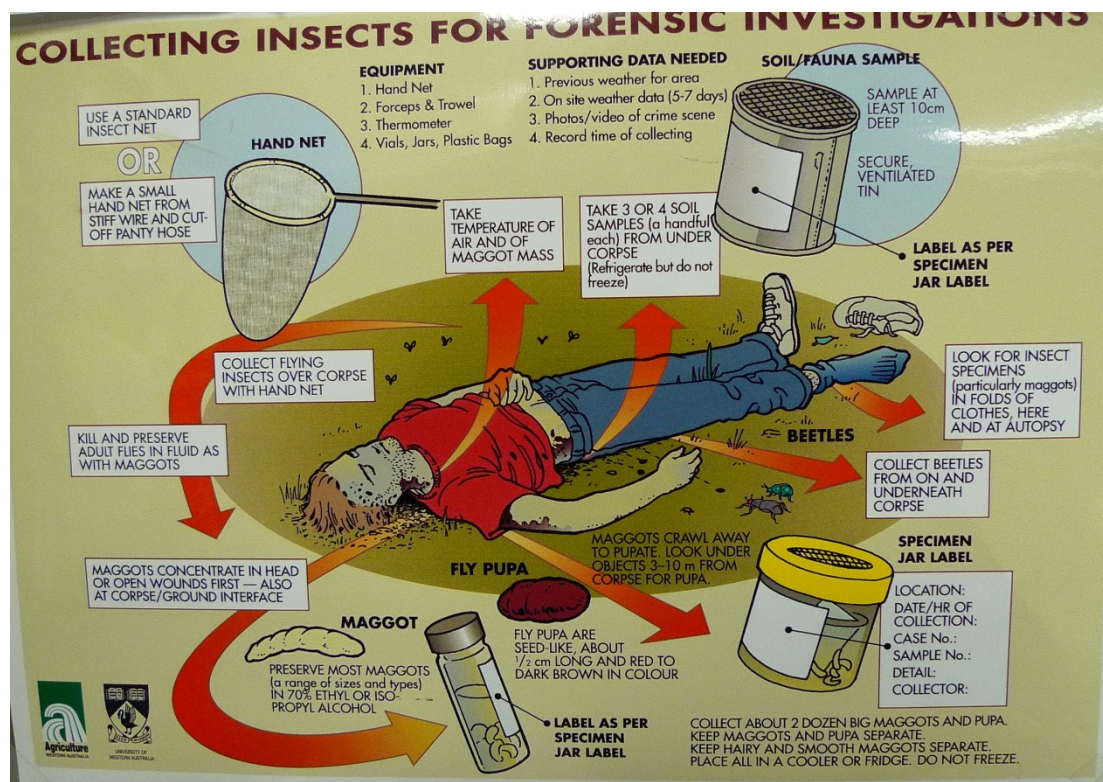
在紀錄及收集昆蟲時，應選擇以屍體為中心，距離屍體固定長度之距，由外而內逐步朝屍體方向做觀測與紀錄，在第一時間先紀錄昆蟲活動最頻繁的位置在何處並註記在文書上，並記錄昆蟲的位置，昆蟲的型態及大概數量；任何時候務必注意與屍體保持一定距離以免干涉到飛行昆蟲的行動，實作情形如圖十九所示。



圖十九：針對屍體附近採取昆蟲之情形

2.1 紀錄的要點如下：

- i.先準備好一份法醫昆蟲學的紀錄格式，並填妥相關資料(如附件 1、2、3)。
- ii.盡量紀錄所觀察到的昆蟲數量及種類。
- iii.紀錄昆蟲大量出現的地方(這些地方可能包括蟲卵、幼蟲、成蟲、蛹或多種組合之處)。
- iv.紀錄尚未成熟之處之昆蟲。
- v.注意是否有昆蟲的天敵。
- vi.注意陳屍的位置，擺上指南針紀錄方向，以及頭、臉、四肢及接觸地面的位置、是否有陽光或陰影處。
- vii.注意距離屍體 10~20 feet 遠範圍內的昆蟲活動狀態，觀察飛行、爬行或休息中的昆蟲形態(成蟲、幼蟲、蛹)。
- viii.注意是否有任何不正常的變化(自然的或人爲的，例如外傷或被肢解的屍體、焚屍、覆蓋或封閉的屍體及移動過的屍體)。



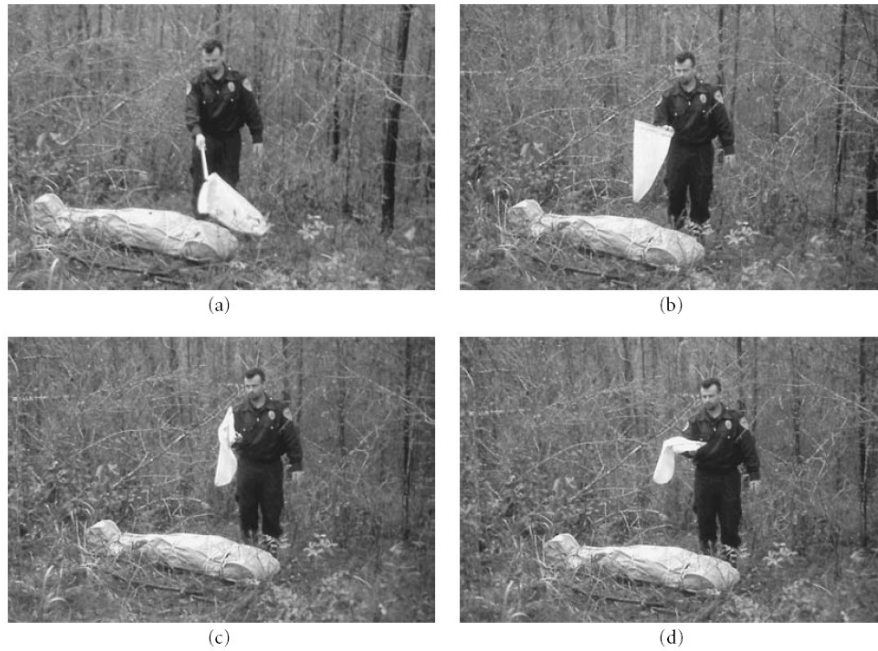
圖二十：捕捉屍體附近之昆蟲建議步驟(翻拍於田納西大學人類學系的系辦海報)

2.2 實際演練：

瞭解操作過程後，實地到ARF機構做練習。首先先選出一名學員當助教，配合著建議操作步驟，先將基本環境資料填妥(如附件內表格所需，案件資料、氣候環境、陳屍區域、屍體腐敗情形、空間狀況…)，接著進行測量溫度，分別測量環境溫度(ambient temperature)、屍體表面溫度(body surface)、地面溫度(非與屍體接觸區，ground surface)、接觸區溫度(ground/body)、大量蟲卵聚集區溫度(maggot mass)，每個項目約測量一分鐘，測一次即可。

測量溫度後，開始在屍體週遭收集具代表性的蛆、幼蟲、成蟲及蛹，使用工具可用塑膠鏟子或湯匙。欲收集具代表性的蛆通常是選擇最大隻的，並取一團裝入內含有75%~95%乙醇溶劑的玻璃瓶中，可使蛆即刻昏迷死去並保存；同時收集可觀察到最大隻的幼蟲群(larvae)置入於裝有濕毛巾的塑膠杯內，確保幼蟲保持生命狀態。捕捉飛行昆蟲的方式則是拿補網在屍體上方快速來回飛掃，使得飛蠅位於補網的最頂部，此時快速抓住補蠅網，

從下方套上塑膠罐子，再把補蠅網內的飛蠅趕入塑膠罐子中。如圖二十一所示。接著是收集距離屍體20 ft(約6米)遠之處，收集此處活動的昆蟲，可明顯看到的昆蟲直接用塑膠鑷子夾取放入塑膠杯內，或可挖取泥土，經過篩網過濾，可檢視是否有昆蟲的跡象，如圖二十二所示。



圖二十一：捕捉飛型昆蟲的方式⁸



圖二十二：從屍體附近的泥土找尋昆蟲方式(同註 8)

⁸ 圖片來源：Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations, Second Edition, p93-99, 2009.

3.練習現場紀錄繪圖工作

和一般刑案現場記錄工作一樣，首先依刑案現場的範圍大小及週遭的物品，選定較為適宜的紀錄方式，有方格圖及放射狀圖，定位的方式有三角定位法、固定軸定位法、固定點定位法等。學員 5~6 人為一小組，由助教帶至事先已選定的試驗用區域，進行現場紀錄與重建工作。每一小組選出一小組長，再分配工作，有人專職紀錄，有人則輔助測繪工作，可用有顏色的旗子標示區塊，可方便紀錄證物採集的位置所屬區塊。實作情形如圖二十三所示。



圖二十三：執行現場紀錄分工情形

4.火燒骨骸紀錄與重建

爲了能實際瞭解到，骨骸經過大火燃燒後所產生的變化，實作時我們前往當地的消防局參觀，並與消防單位配合，實際拿報廢車輛當做練習，先在豬隻的骨頭上，用不同的工具製造傷痕，然後分別擺放在車子的前座、後座及後行李廂內；接著在引火點燃報廢車輛，讓學員們可以觀察車子起火點開始引發大火的情勢，觀測火苗的趨勢及產生的煙灰之顏色隨著時間的變化。燃燒情形如圖二十四所示。



圖二十四：車輛燃燒之狀態

等到車子完全燃燒後，由當地的消防局進行滅火工作，俟車子整個冷卻後，再分組進行現場紀錄與重建工作。和上個實作課程一樣，由小組長先依任務分組，分別進行拍照、測繪及紀錄工作，待所有物證皆以詳實紀錄後，及製作證物收集與紀錄的工作。執行情形如圖二十五所示。



圖二十五：重建火燒車現場紀錄工作分工情形

5. 案例分析練習

上完了四天的人類學基礎課程，要將所學習之知識應用在實際案例上。教室桌上擺放著 14 組的人骨，讓學員嘗試進行研判該骨骸的人種、性別、年齡及生前可能所受過的傷。由於筆者與夥伴僅具有基礎的法醫學常識，並無法從單塊骨頭即可辨別係屬於身體哪個部位的骨頭；在此筆者非常感謝同班學員們的細心講解，他們一邊研判做紀錄時，也會詳細的講解出他個人的看法，而助教在旁聆聽時亦會提供他的看法，藉由大家互相切磋，可針對疑點或意見不同處再做詳盡的檢視，進而能得到不同的觀點，勝過自己閉門造車易形成狹隘或過於絕對的研判；筆者在此也觀察到，美國的教授不會主動將答案告訴學員，學員們對於遇到的爭議點亦是充滿興趣的勇於提出個人見解，並不像中國人傾向於不表示任何意見，即使是大多數的人都形成共識後，少數意見的人仍會堅持自己的看法，並提出合理解釋；因此每個案例在公布答案前(因為案例中的骨骸只有幾個老師實際瞭解真正的答案)，可以看到大家非常精彩的爭論！其實，答案並不是最重要的，能從未知的過程去反覆推敲出接近事實的心路歷程，更能將所學習到的知識深植

在腦海裡。



圖二十六：筆者於分組學員努力重建骨骸的相關生物資訊

除了老師將以往收集到的各式人種及不同傷痕的骨骸讓大家作案例練習之外，另外一件工作則是將昨天實地演練火燒車後所找尋到的骨骸，試圖重建出原本的位置(模擬人類原本陳屍狀態)，並研判生前遭受過的創傷，以及是何種工具所造成。筆者所分配到的小組是針對車輛後車廂中的骨骸，執行完現場紀錄工作後，接著再把相關的物證一併收集紀錄，擺放在乾淨的牛皮紙上，審慎檢視骨骸上的細微特徵，研判是否有銳器或鈍器所造成的傷痕。會特別拿火燒骨骸做研究乃大火的作用下，亦會造成骨骸受到高熱狀態而產生裂痕，因而造成誤判成刀器所造成的創傷；要分辨此兩種的傷口十分不易，需要經驗的累積，針對傷口細微處做更精確的觀測。實作情形如圖二十七所示。



圖二十七：火燒骨骸重建與研判

三、交通事故偵查之數位攝影學

(一) 前言

本次參加佛羅里達州委由北佛羅里達州立大學訓練機構的分支警察技術與管理機構(Institute of Police Technology & Management)所舉辦的年度課程，該機構課程對象多為當地警察，或相關執法人員，所舉辦課程多為交通事故、命案偵查及現場處理等相關課程，本次課程主題是為期五天的交通事故偵查之數位攝影學。

(二) 課程內容

攝影在交通事故現場的蒐證過程裡扮演著非常重要的角色，現場勘察人員如何在現場環境不佳之狀況下拍出清晰的相片？或者如何拍出讓第三者容易瞭解現場狀況及物證相對位置的相片？在本課程中，講師由最基本的攝影學原理開始教導，最後再讓我們將所學得的原理與技術應用在實際案例中。

1. 數位攝影與傳統攝影

傳統攝影與數位攝影最大的差異在於感光元件的不同，傳統攝影是藉由光線

通過鏡頭，在底片上靠著溴化銀的化學變化而產生影像，而數位攝影則是藉由數位感光元件（CCD 或 CMOS）將光學影像轉換成電子數據，以 CCD 或 CMOS 來取代傳統底片的化學感光功能，而後將這些數位資訊紀錄在記憶卡中。數位攝影方式比傳統攝影方式優越的地方如下：

- i. 成本較低：數位相機的記憶卡價格雖然較底片昂貴，但具有較高的容量，能儲存大量的照片，且可以多次重複拍攝。
- ii. 影像分享方便：傳統相片需藉由沖洗大量相片才能分享給很多人，數位相片則可以藉由網路或其他傳輸方式快速地分享。
- iii. 即拍即得：數位攝影能立即透過相機的LCD螢幕觀賞剛剛拍攝的圖片，不滿意可以立即重拍。傳統攝影卻要底片沖洗完成，才會發現相片過曝、曝光不足或者晃動等失誤。
- iv. 影像保存容易：數位照片可輕易備份於可重寫光碟、硬碟，甚至網路伺服器上。藉由多重備份，減少遺失風險。而數位照片也不會因為年代久遠而泛黃。
- v. 提供多種參數調整：數位相機可提供多種參數調整以改善或改變拍攝結果，如感光度(ISO)的選擇，數位相機可以調整設定值即可改變感光度；傳統相機則根據使用的膠卷而固定感光度。

2. 攝影基礎原理

2.1. 單眼相機成像原理

單眼反射式相機（SLR，Single Lens Reflex），現一般以「單眼相機」簡稱之，機身主要結構有鏡片組、光圈、快門、反射鏡及五稜鏡、感光元件等。當被攝物體之反射光線透過鏡片組、光圈直射至反射鏡上，反射鏡續將光線反射至五稜鏡，五稜鏡能將上下顛倒、左右相反的影像還原成與實際影像相同之影像，使觀景窗之後的人眼感知實際影像，取景確定、按下快門的同時，反射鏡會升起，使光線直接投射在感光元件上而成就所要的影像，在此瞬間觀景窗是無法看到影像的。近年來隨著影像數位化的趨勢，感光元件由「底片（或稱膠片）」汰換成「電子

式感光晶片」，因而傳統機械式之單眼相機已逐漸式微，且電子零件的技術成長急遽，相對使生產成本能有效降低，造就今日數位式單眼相機的普及。

2.2. 鏡頭種類：

鏡頭多以鏡片組合之焦距或稱焦長 (focal length)作為區分標準，約略分為標準鏡頭、廣角鏡頭及望遠鏡頭，另有特殊應用之變焦鏡頭及微距鏡頭等二類，分列略述如下：

2.2.1. 標準鏡頭:

所謂標準鏡頭係指由觀景窗所見之拍攝視角範圍與人眼所見之視角範圍相近的鏡頭。實務上，標準鏡頭的焦距係依據感光元件（底片）的對角線長度訂定之。就最常見之傳統機械式相機或所謂全片幅數位單眼相機（DSLR）而言，其感光面積為 36mm × 24 mm，對角線長度為 43 mm，故焦距為 50 mm 上下之鏡頭稱為其標準鏡頭；另現行之中低階數位單眼相機係採用規格為 APS-C 的感光元件，其感光面積為 26 mm × 16 mm，對角線長度為 29 mm，因此其標準鏡頭之焦距應為 30 mm 上下。

2.2.2. 廣角鏡頭:

廣角鏡頭係指焦距低於標準鏡頭之鏡頭，以 35mm 底片系統為標準而言，其標準鏡頭焦距約為 50mm，則常見廣角鏡頭焦距為 35、28 mm，而焦距在 28 mm 以下之鏡頭，依其焦距遞減而使視角急遽開闊，而另係稱超廣角鏡頭，甚至視角接近 180 度之鏡頭稱為魚眼鏡頭，如 23mm、18mm 為超廣角鏡頭，12mm、8mm 為魚眼鏡頭。廣角鏡頭具有景深較長的特性且能於拍攝畫面容納較雄偉、較寬廣的主體，故適合用來拍攝大片風景或是超高、超大型之建築物，惟由於視角過大，易產生影像的變形，尤其是位於畫面的邊緣位置，這變形特性固然具有藝術趣玩，但以求真實比例影像為目的之攝影具有負面影響。

2.2.3. 望遠鏡頭:

望遠鏡頭係指鏡頭的拍攝視角小於標準鏡頭的視角，與廣角鏡頭反其道而行。

以 35mm 底片系統為標準而言，焦距超過 50 mm 以上的鏡頭即稱望遠鏡頭，有 100mm、200mm、400mm 甚至更長焦距。望遠鏡頭能夠拉近遠距離的景物，使主體放大、顯著，同時其有壓縮空間感、視角較小、景深較短之特性，適合拍攝遠距離之主體，諸如不易靠近之動、植物及重要人士的特寫鏡頭。

2.2.4. 變焦鏡頭:

變焦鏡頭係指一個鏡頭含括不同焦距，如 28mm~200mm 的變焦鏡頭，焦距在範圍內可以彈性連續變動，此焦距範圍稱為「焦段」，此焦段即含有廣角、標準及望遠三種鏡頭，最大優點是便利性，可免於頻繁拆換鏡頭與攜帶的不便，惟其光圈因技術限制與成本考量往往無法做到很大為其缺點。

2.2.5. 微距鏡頭：

微距鏡頭之特性為「最近對焦距離」比一般鏡頭更短，故能取得 1:1 或更大放大倍率的相片，其應用在微物攝影的領域。

2.3. 決定曝光的三要素

2.3.1. 光圈：

光圈的構造是由數片葉片堆疊成環狀所組成，其中央留有一定口徑，可藉以控制曝光量與景深效果。光圈數值符號通常以「F」來表示，由 1 開始，如：F1、F1.4、F2.8、F5.6...等。 $F = \text{實體焦長} \div \text{光圈實際直徑}$ ，故光圈值與實際光圈直徑成反比，F 值越大，實際光圈越小，光圈值的級數為 F1.4、F2、F2.8、F4、F5.6、F8、F11、F16、F22、F32，每增加一級代表光圈的面積減少一半，進光量也減半。光圈的大小亦會影響景深的表現，所謂的景深是指「影像準焦位置（最清晰處）前後，人眼能接受的清晰範圍」，若光圈越大，光圈值小，則景深範圍短；相對的光圈越小，光圈值越大，景深範圍越長。附帶一提，除了光圈以外，尚有兩個參數影響景深，其一為拍攝距離的遠近，攝距越短，景深越短，攝距越長，景深越長；其二為鏡頭焦距的長短：焦距越長（望遠鏡頭），景深越短；焦距越短（廣角鏡頭），景深越長。

2.3.2. 快門：

快門控制感光元件受曝光時間的長短來調整成像之曝光量，亦可表現影像靜態或動態的效果。快門速度以 S 表示，數字越大表示快門速度越快，曝光量越少；相對的數字越小表示快門速度越慢，曝光量越多。快門速度的級數舉例如下：15、8、4、2、1、1/2、1/4、1/8、1/15、1/30、1/60、1/125、1/250、1/500……等秒數，通常快門速度提高一級，曝光量會減半。

在拍攝過程中，若被攝物體移動速度較快，需使用較快的快門速度，才能在瞬間捕捉動作，產生凝結動作的效果，若此時用低速快門拍攝高速移動的物體則會產生另一種流動感。此外，物體移動方向也會影響快門速度的調整，如：橫方向移動的物體，其速度感最明顯，需使用較快的快門速度；斜方向移動的物體，其速度感中等，需使用次之的快門速度；直方向移動的物體，其速度感最不明顯，需使用較慢的快門速度。

要拍得一張曝光量正確的照片，需要光圈與快門互相配合，而曝光值（Exposure Value，EV 值）即為由「光圈大小」與「快門速度」組成的參數，相同的曝光量，能經由多組不同的光圈和快門組合而成。因此相同的曝光量下，可以視希望得到怎樣的影像效果來選擇合適的光圈與快門組合，舉例來說，光圈大小由 F8 增加 1 級成為 F5.6，則快門速度由 1/60 需減少 1 級成為 1/125，其曝光量是相同的

2.3.3. ISO

ISO 值為感光度最普遍採用的數值標準，當 ISO 值加倍時，感光元件對於光線的敏感程度也會加倍，但需注意相機在高感光度的模式下拍出來的相片，其銳利度會降低、雜訊會增多，因此在拍攝現場相片時不要過當提高 ISO 值，需搭配調整其他參數以獲得更佳的相片，除非您有特殊成像需求。

光圈、快門及 ISO 為相機為控制曝光的三大要素。「光圈」控制光線通過口徑之大小，口徑越大，單位時間內進光量越多；「快門」控制曝光時間，快門越

快，曝光時間越短，感光元件接收到光線照射的時間也越短；「ISO 值」控制感光元件對於光線的靈敏程度，ISO 值越高感光元件越靈敏，這三者是對於正確的曝光是互相配合的，其關係如下表：

表一：光圈、快門與 ISO 三者之關係

← 曝光量增加 2 倍之方向							
光圈	2.8	4	5.6	8	11	16	22
快門	1/8	1/15	1/30	1/60	1/125	1/250	1/500
ISO	1600	800	400	200	100	50	25
曝光量減少 2 倍之方向 →							

2.4. 白平衡

在不同的現場光源下拍攝的照片，有時會與眼睛所見不同，有色偏現象此時便要進行「白平衡校正」或稱「色溫調整」。所謂色溫，淺顯的表示，即不同顏色對應於不同溫度，以溫度代表光源的顏色，以彩虹七色為例，越偏藍、紫色，代表之色溫越高，約偏向紅、橙色代表之色溫越低。通常相機的白平衡有各種模式可以進行修正，例如：「自動模式」，以相機內建感色器研判現場光源是否有偏色，而自動調整照片輸出之顏色偏向；「日光模式」是對影像產生偏藍、綠的影響以修正戶外晴朗天氣下，拍攝照片偏紅的現象；「多雲模式」是增加紅色的比重，以修正陰天多雲時拍攝的相片有偏藍的現象；「鎢絲燈模式」是增加藍色的比重，來修正鎢絲燈光源下拍攝的相片偏紅、黃的現象；「日光燈模式」是增加藍色的比重，以修正日光燈光源下拍攝的相片有拍紅、綠的現象；「手動模式」是當相機內建的模式皆不符合需求時，可自己設定白平衡參數，以獲得正確的色溫。

基礎攝影學課程的最後，講師說了一個拍得一張好照片的四個要訣便是「FAST」，F（Focus）意指正確而清晰的對焦；A（Aperture）為光圈，光圈可以

決定相片的景深，當光圈越小，光圈值越大時，景深越長，可視拍攝的目的來決定景深的長短；S (Shutter)為快門，快門可以決定進光量，以及物體的動態效果，需注意當快門低於 1/30 秒時，容易使相片因手振而模糊；T(Think)意指在拍攝每張照片前需考慮自己的拍攝目的，並留意每項數值（ISO、光圈、快門）是否正確，如此便很容易拍攝到一張符合自己目的的相片。

3.閃光燈之應用

除了夜間或室內（燈光不足）攝影以外，某些情況下更需要使用閃光燈來讓拍出來的相片效果更好。例如，被攝物處於背光的環境下，此時若使用曝光補償讓被攝物的曝光正確，背景有可能因此而曝光過度；反之，讓背景曝光正確，則被攝物亦有可能因此曝光不足。適當的使用閃光燈配合適當的曝光組合可以使此狀況獲得改善，本課程中即特別針對閃光燈的功能、應用以及使用時機作介紹並進行實機操作。

3.1. GN 值（Guide Number）：

GN 值稱做「閃光燈指數」，是閃光燈發光強度的衡量標準。其運算公式如下：在 ISO 值為 100 的條件下，GN 值＝閃光燈到被攝體的距離（公尺）× 光圈值（F 值），故 GN 值越大，表示閃光燈的亮度越亮，可以照射到的距離越遠。研究 GN 值，需特別注意兩個前提，一為 ISO 值，一為鏡頭焦距，因此二參數會影響 GN 值的大小，故在閃光燈在規格上的 GN 值均會註明這兩個參數，例如：【ISO 100 / 105mm / GN 58】、【ISO 100 / 35mm / GN 38】、【ISO 200 / 35mm / GN 48】。

應用閃光燈時，另有一個參考數據需要被注意，即「有效距離」，有效距離為一個距離範圍，使用閃光燈時，被攝主體需位於這個距離範圍之內，其曝光才會正確，若被攝主體至相機的距離大於有效距離之最大值，被攝主體會曝光不足；反之，攝距小於有效距離最小值，則會曝光過度。

3.2. 閃光燈模式：

閃光燈依其自動化程度大致可以分為：TTL（Through The Lens）模式、自動

A 模式與手動 M 模式。TTL 模式下閃光燈與相機間資訊會聯動交流，測光與曝光由相機來控制，最容易使用，但有相容性的問題，有些相機不支援 TTL；自動 A 模式是由使用者把欲使用的光圈與感光度參數輸入閃光燈，測光與曝光由閃光燈中的測光設備計算與動作；手動 M 模式之下，測光與曝光是由使用者自己掌握，雖然較麻煩，但可以隨心所欲。各種模式詳述如下：

3.2.1. 閃光燈 TTL 模式(Through The Lens)：

閃光燈 TTL 模式測光原理：使用閃光燈拍攝物體時，閃光燈會預先發出及短暫之閃光（人眼無法察覺），此時機身內測光系統可以先獲取經過鏡頭而來的被攝體反光資訊，復經晶片計算來決定主要閃光的補光強度，使得曝光正確之照片。

目前的相機大多支援外接閃光燈的 TTL 測光，相機與閃光燈之間藉以傳遞很多資訊（如感光度、焦距與光圈等），因此在 TTL 測光模式下不需要以 GN 值來計算光圈 F 值或閃光燈到被攝體距離，從 GN 值算出來的攝距可視為閃光燈的最長有效距離，超過此距離的被攝物可能會曝光不足。此模式操作最為便捷、有效率。

3.2.2. 閃光燈自動 A 模式

閃光燈自動 A 模式與 TTL 模式最大不同，來自於測光系統的位置，自動 A 模式的曝光是由閃光燈本身的測光系統控制。

一般使用自動 A 模式的方式，就是使相機與閃光燈設定相同的光圈與 ISO 值，而在對應的閃光燈有效距離範圍內閃燈補光；而為使相機光圈設定對應閃光燈的光圈設定，相機方面曝光模式選擇 A（光圈先決）模式或者 M（全手動）模式較合適，若被攝體不在有效距離內，就改變相機的光圈值直到被攝體在有效距離內為止，當然也可以不改變光圈，改變被攝體的距離，惟調整相機光圈會影響景深這點需注意。

3.2.3. 閃光燈全手動 M 模式

使用閃光燈全手動 M 模式時，相機曝光模式應選擇 M（全手動）模式或 A（光圈先決）模式，先計算出相機使用的 ISO 值下的閃光燈 GN 值，再依據 GN 值算出光圈或是閃光燈到被攝物的距離。但目前的閃光燈都已提供簡化運算的工具，在手動 M 模式下即可以顯示 ISO 值、燈頭焦距、光圈與其對應距離等資訊，使用者可以直接輸入光圈值，閃光燈會同時顯示其所對應的距離，完全不需要經過人為計算，使用方式與閃光燈自動 A 模式極為類似。

總結以上閃光燈的各種模式，閃光燈以 TTL 模式使用時最為便利，只需要注意被攝主體是否在閃光燈的有效距離內，若拍攝深色或淺色被攝體時則可斟酌使用曝光補償，以此原則運用閃光燈，拍得一張曝光正確的相片機率是很大的。

3.3. 補光（Fill Flash）：

閃光燈的補光適用於被攝物處於背光環境下或是拍攝景物中有很強烈的對比，例如：拍攝汽車的內部，但因強烈陽光照射，導致內部某區域光線很亮、另一區域卻很暗的對比現象，此種情況下若調整曝光補償無法改善拍攝之結果，因為曝光補償雖然能使暗區域細節顯現出來，但亮區域卻會因而曝光過度，若此時改為使用適當的閃光燈補光會有較佳之改善效果，因閃光燈的光可以補足暗區的亮度而不會對亮區造成過大影響，使兩區的對比度降低，達到全張相片均勻的曝光亮度。就背光的被攝物而言亦然，補光使被攝物與背景的對比降低，若此時被攝體與背景的對比不夠大時，因閃光燈的亮度提昇了被攝物的亮度，反而會反向加大被攝物與背景的對比。

閃光燈補光的作法可以分為兩種，第一種為在閃燈 TTL 模式下，先對亮的區域作測光，而後相機本身曝光鎖定（按住 AE-L 鍵），閃光燈視情形加一級或兩級閃燈補償，再重新構圖拍攝。另一種為在閃燈全手動 M 模式下，把相機對準較亮的區域，找適當之光圈值，而後於閃光燈上設定小一級的光圈值，重新構圖拍攝。

3.4. 閃光燈慢速同步：

閃光燈慢速同步意指使用閃光燈時，相機使用比同步快門速度還慢的快門速度拍攝，拍攝出來的照片，除了被攝物被閃光燈照到的部份有拍到以外，沒有被閃光燈照到（閃光燈有效距離外）的背景細節也可以被相機捕捉到，適用於主體物與背景距離較遠的場合。使用慢速同步時，必須注意快門速度，若有必要時，請使用腳架。

3.5. 閃光燈曝光補償：

閃光燈曝光補償或稱閃燈補償，使用時機為當背景亮過主體太多（如背光拍攝）時，若主體的曝光正常，則背景會曝光過度；若背景曝光正常，則主體會曝光不足，此時可用閃光燈照亮曝光不足的被攝體，但不影響背景的亮度；或當近距離使用閃光燈時，若被攝體位在有效距離邊緣或者更近一點，可能會導致被攝體曝光過度，此時使用閃光燈曝光負補償可以用來降低亮度。

曝光補償的作法有三種，第一種：閃光燈 TTL 模式下，升降其 EV 值，可以改變閃光燈發光的強度。曝光補償可以在相機上調整，也可以在閃光燈上調整，最好擇一，以免有加乘的效果。第二種：閃光燈自動 A 模式下，可以藉由調整閃光燈上的光圈值來改變閃光燈的亮度，例如要降低閃光燈的強度，可以在閃光燈上使用比相機小的 F 值；要提高閃光燈的強度，可以在閃光燈上使用比相機大的 F 值。第三種：閃光燈在全手動 M 模式下，可以改變閃光燈輸出比 (power ratio)，因為在此模式下會全力發光，輸出比表示實際發光的強度相對於全力發光強度的比率，輸出比只能調降不能調升。

3.6. Paint with light：

夜間戶外拍攝時，若想拍得清楚的景物細節，可運用閃光燈「噴光」(paint with light) 技巧。本項技巧可能需要的設備如下：擁有 B 快門的相機、快門線、三腳架、黑卡及閃光燈或光源。

噴光拍攝需先將相機快門調整為慢快門（通常為 5 秒以上），也可以把快門時間轉至 BULB 模式，以方便控制曝光時間，再將光圈縮小（如 f/16-22）以求得較

佳的景深，此外，ISO 值不要太大，大約 200 或 400 即可，最重要的是需使用三腳架和快門線，以減低手震機會。拍攝的方法為：使用閃光燈（或光源），對著黑暗處附近閃爍，讓黑暗處附近的景色都能均勻取得曝光，注意若使用手電筒等光源，請使用閃爍的模式，不要直接朝照射被攝物，以免曝光過度，取得足夠的曝光後，即關閉快門，檢視照片，再進一步調整快門時間或是打光方式。

4.現場攝影應用

在分別學得了以上的基礎知識後，我們便實際應用於各樣環境的拍攝，包括全景拍攝、近距離攝影以及現場輪胎、鞋印及車輛的拍攝，分別詳述其技巧如下：

4.1. 全景

當我們拍攝交通事故現場照片時，一般建議使用標準鏡頭（若使用 APS-C 的單眼相機，其標準鏡頭為 35mm）以呈現和人眼看到相同的視角（42 度），也可避免廣角鏡頭造成的線條扭曲，而與實際現場狀況不符。若需要更進一步呈現各個跡證的相對位置，但所有跡證無法拍入同一張照片時，可以使用拍攝「全景」照片的方法。

「全景」照片的拍攝有幾個技巧：需使用 35mm 焦距的鏡頭，將相機架上腳架，再使用水平儀調整水平，便可以開始連續拍攝 180 度全景照片，注意每張照片左右兩側景物需要連續重疊，以便以軟體（Panorama maker）合成時能夠將每張照片串連起來。此外，拍攝時可以使用「Focus Rail」將相機機身往後調整，使鏡頭的中心點是位於三腳架的中心，此舉會改善全景照合成後，照片中的水平線可能會呈現弧度的狀態。



圖二十八：實做全景之練習

4.2. 近距離攝影

有時候會需要使用近距離攝影來拍攝一些跡證的細節，通常近距離攝影可以使用近拍環（extension tube）、一般鏡頭搭配近拍鏡（close-up filters）或者使用近距離鏡頭等方法。使用近拍環（extension tube）是一個一個環慢慢加上去，每增加一個環拍攝倍率便放大兩倍，但由於鏡頭會很靠近被攝物，光線無法充分進入鏡頭內，因此需要比平常更多的光線；近拍鏡（close-up filters）的鏡頭是類似放大鏡的效果直接外加在一般的鏡頭外部，鏡頭直徑越大所使用的近拍鏡越貴；近距離鏡頭為一將近攝零件組裝於鏡頭內部之特殊鏡頭，可直接使用於近拍，無須外加接環或放大濾鏡。

近距離攝影時需注意閃光燈的使用技巧，不同打光方式能得到不同的效果，例如：低角度的閃光燈可以使被攝物的立體感呈現出來；高角度閃光燈可以減少被攝物的陰影；而反射光、散射光以及光罩技巧的運用都可以使光線均勻而柔和。近拍時景深很淺，為了將被攝物拍攝清楚通常需要使用較小的光圈，導致快門速度較慢，因此建議使用腳架。

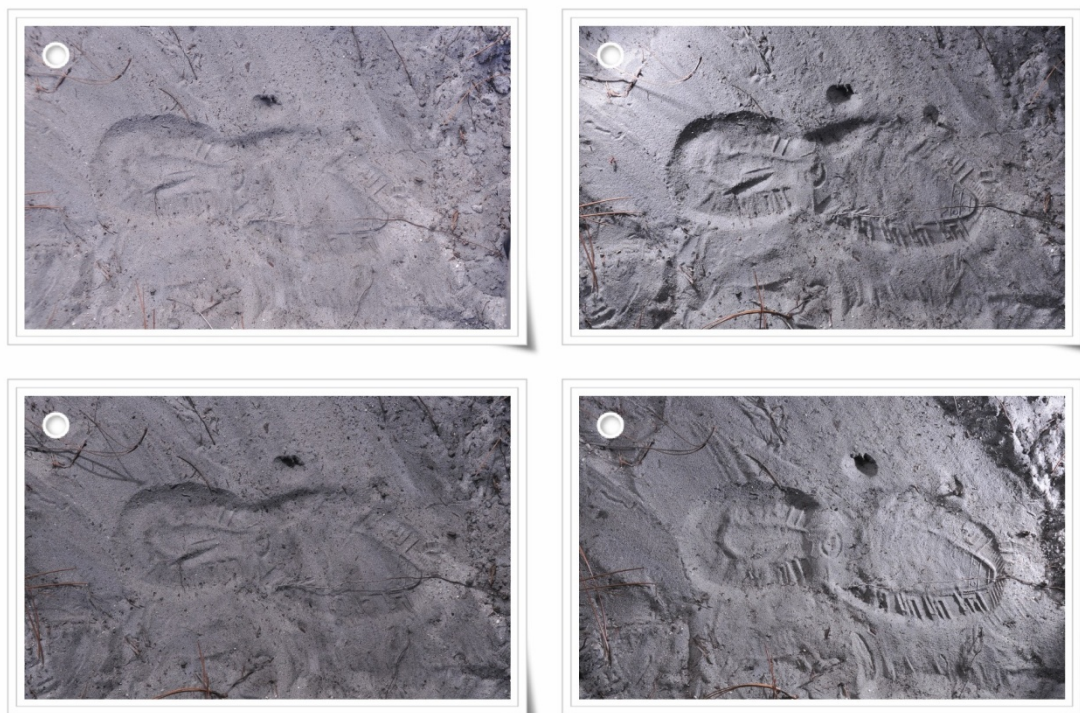


圖二十九：近距離拍攝實作練習

4.3. 鞋印、輪胎拍攝

鞋印和輪胎痕為交通事故現場常出現的跡證，拍攝這兩項跡證的注意事項如下：拍攝鞋印與輪胎痕需使用腳架以及比例尺，並注意相機拍攝角度必須與跡證是垂直的；於大太陽底下拍攝鞋印與輪胎痕時，容易忽略其細節部份，建議可用雨傘遮蔽，並使用離機閃光燈改變閃光燈的角度（高、低角度，多方向嘗試），

製造不同的立體感以及發現細節，側光角度會比直接光源更容易看見更多細節。



圖三十：利用不同角度的打光讓鞋印能更加清晰

4.4. 車輛拍攝

拍攝交通事故現場車輛的注意事項如下：需遠距離拍攝四個方向（前、後、左、右方）及四個角度（右前、右後、左前、左後方）的車輛外觀、車牌號碼、車體損傷細節及毀損狀況之中景及近景，另需拍攝兩台車子之相對位置及現場物品散落的情形、並以兩事故體發生事故前之視角進行拍照紀錄，藉以研判撞擊方向及可能之事故原委。

兩車撞擊時，被撞擊的一方駕駛可能會由駕駛座彈撞至擋風玻璃，因此擋風玻璃上可能會有兩種撞擊痕跡（由外而內以及由內而外的痕跡），皆可檢視是否有毛髮或皮膚卡在裂痕處，以研判被撞擊者遭撞過程、路徑，另可確認肇事者身份。

若交通事故發生在夜間，現場光源不足，為取得曝光均勻之全景照片，可使用噴光技術與長時間曝光等兩種方式進行現場拍照。噴光技術請參酌閃光燈之應用章節內，paint with light 內有詳述其使用方法，而長時間曝光法，需注意若相機

作超過 30 秒以上的曝光時，需要使用到 B 快門，且注意曝光時間越長雜訊越多，曝光時間的長短亦會影響色溫變化。



圖三十一：車輛拍攝實作練習

四、Nassau County Police Department參訪

(一) 前言

本次參訪行程需感謝內政部警政署派駐美國聯絡官柯慶忠學長，以及駐紐約台北經濟文化辦事處聯絡官陳素欄學姐的精心安排，原預計參訪地點為紐約市警察局，但因當天紐約市警察局不便開放參觀，因此臨時更換參訪地點為 Nassau County Police Department。

(二) 參訪心得

Nassau County Police Department 位於紐約州長島市內，當天接待我們的副局長 William G. Flanagan 指出當地治安良好，一年僅有約 30 件的兇殺案件發生，與人口數比 Nassau County 少的華盛頓 DC 來比較，華盛頓 DC 境內一年約有 65 件的兇殺案件發生，由此可見其治安之平穩。

Nassau County Police Department 成立於西元 1925 年，員警人數超過 2550 人，局內設有 8 個分局，分別為第一至第八分局；此外還有三個部門，分別為巡邏部(Patrol Division)、後勤部(Support Division)以及偵查部(Detective Division)，其中偵查部又包含五個單位：特別調查隊(Special Investigations Squad)、毒物偵查隊(Narcotics/Vice Squad)、中央偵查隊(Central Detectives Squad)、電子系統隊(Electronics Squad) 及刑事跡證局(Forensic Evidence Bureau)，而我們主要參訪的目標為其中的刑事跡證局。

刑事跡證局的成員可分為兩類，一種為現場勘察人員，負責刑案現場證據的蒐集及證物採驗；另一種為實驗室工作人員，負責鑑定由現場勘察人員帶回來的證物，這兩種人員彼此各司其職，互不干涉，較特別的是實驗室工作人員並非全為警職，部份是經由外聘的專業人員，而現場勘察與實驗室工作內容紀要如下：

1.現場勘察工作

1.1. 人員：

從事現場勘察工作的人員共有 18 人，其輪班方式分為日班（7-19）及晚班

(19-7)。每個案件出勤的鑑識人員數量以刑案的大小來決定，因此有可能一個現場是由一個鑑識人員要執行所有的工作，包括車輛駕駛、證物採集及刑案現場勘察等工作。鑑識人員在現場除了明顯的指紋需以相機直接拍攝之外，需特殊顯現之潛伏指紋及其他採集到的證物皆帶回警察局，交由實驗室人員處理與鑑定。因美國之司法制度為陪審團制，因此若現場為謀殺案或爭議性意外死亡之案件（如車禍或者酒後駕車），鑑識人員除了拍照之外，亦會使用錄影機拍攝現場的全景及細節，使陪審團日後可經由檢閱錄影帶而瞭解現場狀況。

1.2. 設備：

擁有勘察車 4 部，勘察車內部空間寬廣，放置的設備及耗材齊全，方便鑑識人員出勤取用。

2.實驗室工作

2.1. 人員：

從事實驗室工作的人員共有 15 人，其中 10 位從事指紋鑑定，3 位負責藥毒物鑑定，2 位負責顯微鏡微物跡證鑑定。

2.2. 空間規劃：

除了 DNA 實驗室委託局外實驗室鑑驗，Nassau County Police Department 擁有以下實驗室空間：

2.2.1. 分案室：

證物採驗回來後，在此房間內決定證物需接受何種後續處理，接著輸入證物的詳細資料至電腦中，給予條碼控管，嚴格實施證物監管鍊。

2.2.2. 指紋實驗室：

從現場帶回來的證物，通常都先進行潛伏指紋的增顯後，才交由其它實驗室進行進一步處理。而指紋增顯後，承辦人可自行決定此枚指紋是否具有足夠的特徵點，再將指紋輸入指紋資料庫進行比對。

2.2.3. 縱火案件分析實驗室：

該郡每年約有 20 件的縱火案件，該實驗室擁有 2 台 GC-MS，能針對揮發性氣體做分析。

2.2.4. 證物前處理室：

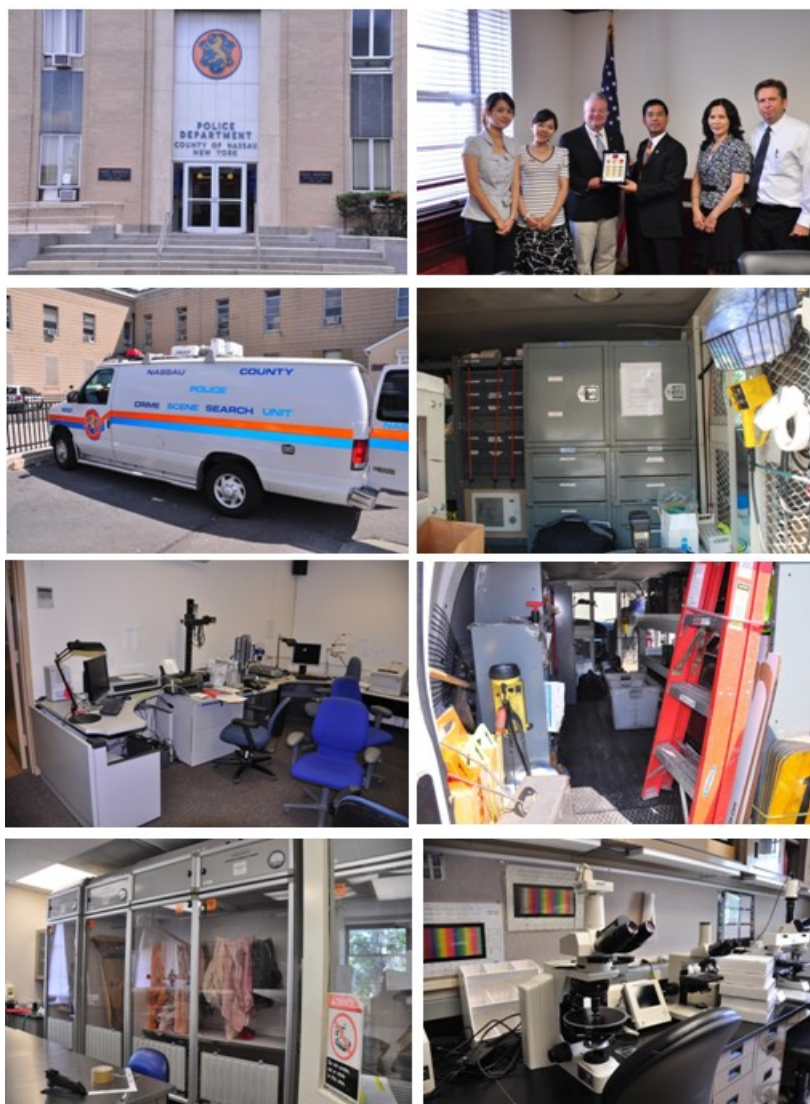
在進行 DNA 實驗前，需先將潮濕或染血證物放置在烘箱中乾燥，避免生物性跡證腐敗，該局擁有 4 台烘箱，附有溫度控制器，不同案件之跡證需分開乾燥，避免污染。

2.2.5. 顯微鏡實驗室：

該局擁有實體顯微鏡、比對顯微鏡及偏光顯微鏡各一台。

2.2.6. 藥物化學實驗室：

該局有 90%的工作內容都是藥毒物實驗，3 個工作人員平均一年需要作 6000 件藥毒物案件。該實驗室擁有多種先進儀器，如：LC、FTIR、SEM 等。



圖三十二：參訪警察局等相關設備與空間規畫

肆、 建議事項

一、加強顯微鏡於刑事鑑識上的應用

筆者參與研討會時發現，在美國視為基礎並廣泛運用的顯微鏡鏡檢工作，在國內各縣市執行現場勘察工作的鑑識單位在使用頻率上並不高，檢視國內情形，乃在於這方面的技術人員訓練不足，以致於無法將顯微鏡善加應用；從研討會上的豐沛的論文發表數量，顯微鏡的應用層面廣泛，不管從儀器設備或前置作業來看，所需經費不高，前處理的過程亦不繁複，若是能有資料豐富的資料庫數據可供查詢，甚至藉由顯微鏡的鏡檢工作所得出的結果即可將待測物品做出類化的效益，無須經過儀器分析的鑑定，若能善加應用顯微鏡的基礎鏡檢工作，增強是項技術人員的技術層面提升，將可減少不必要的實驗室鑑定分析工作量。

二、推動鑑識訓練國際交流

從這幾年國內各縣市鑑識單位派赴前往美國研習人員的經驗分享得知，前往參訪與研習的地點不外乎北佛羅里達州立大學訓練機構的分支警察技術與管理機構(Institute of Police Technology & Management)所舉辦的課程，或是李昌鈺博士在康州的刑事鑑識訓練機構所舉辦的訓練課程，其實與 IPTM 的講師討論，他們也很樂意來臺灣辦理教育訓練(清華大學於去年即舉辦為期一周的交通事故鑑定技巧課程，邀請兩位 IPTM 講師來臺辦理教育訓練)，若能邀請講師來臺，將可使得更多的人員能實際參與上課訓練過程，同時廣邀國內相關領域的專家一同參與研習，將曾經處理過的案件心得分享給學員，更能增進實務人員的經驗交流，檢視執行勘察與採證作業流程中是否有遺漏或未盡完善之處。

三、鑑識人員訓練與研習多元化

語言是探索與吸收國外知識的工具，不僅是美國，還有英國、日本、法國…等各國皆有自己在刑事鑑識與刑案偵辦上所專精的研究方向，同時除了原本刑事鑑識的領域如指紋、DNA、槍彈、微物跡證、藥毒物鑑定分析外，與刑案亦密切

相關的火災鑑定與交通事故鑑定，然鮮少為人研究的密室殺人案件及應用高等物理或化學造成超自然現象的殺人案件(常見於日本偵探小說)等刑案類別，皆能成為明日我們所面臨的疑難雜症案類，身為鑑識人員不能以固有的經驗而自足，應朝多元化發展，期許日後本局鑑識人員亦能前往非英語系國家研習不同的鑑識領域，將能增強我國的鑑識能量，亦能從不同民情與犯罪型態上學習到不同的鑑識經驗。

國內鑑識人員訓練，多以講習、研討方式進行，單純聽課、交流討論、閱讀文獻書籍的學習方式，僅止於以言詞或文字來獲取他人之經驗，恐無法全然心領神會。此次出國研習，多係實際操作與交流，整體學習成效顯著，建議各鑑識單位辦理專業教育訓練，盡可能朝實務操作面向思索，尤其是刑案現場情狀的模擬，擬真程度越高，所以能達到的學習經驗越寶貴，畢竟國內刑案的發生數、複雜度遠不及美國，鑑識人員的實戰經驗需要藉由模擬情狀來補強，否則淪為紙上談兵的經驗，對於真實狀況的應對會顯得左支右絀。就實驗室工作而言，模擬情狀需要的是真實或是趨近真實的檢體，例如標準檢體、遭破壞之檢體或是污染之檢體，由已知標準條件或破壞、污染條件，反推爾後遇到該情況的檢體時，有效且正確的前處理與鑑驗步驟；另就現場勘察技術而言，需要有相對場地進行擬真，例如屍體陳屍的環境條件、爆炸案現場之火藥量、種類及環境、車禍現場遭撞擊的速度與角度、槍擊現場之彈著位置、角度與破壞情狀，亦是藉由設定已知條件、變因造就模擬場景，反推學習如何建立該類現場執行現場勘察的標準作業流程。

鑑識人員目前在職訓練多以上課為主，現階段可進行的初步工作，即可結合鄰近縣市，共同舉辦實務操作的相關訓練，如槍擊現場彈道重建、爆裂物現場採證重建等需耗時並且需要較多設備場地及預算的模擬現場...著重於實務操作。

伍、 參考書目

1. 駱宜安等合著，《刑事鑑識概論》，初版，中央警察大學，桃園縣，2007年。
2. 冼鏡光著，數位相機觀念、技巧與原理，儒林出版。
3. 賴吉欽，施威銘研究室著，DSLR單眼數位相機聖經，旗標出版。
4. Walter C. McCrone, Lucy B. McCrone, John Gustav Delly, Polarized Light Microscopy, eighteenth print, 2010.
5. The Microscope, volume 58, first quarter 2010.
6. Jack Murray, John W. Murray, Institute of Police Technology and Management, Photographing Vehicles For Litigation(IPTM上課教材)。
7. Death and Decay : Forensic Taphonomy(田納西大學諾克斯維分校人類學研究中心屍體死後分解現象上課課程講義)。

附件

附件一：收集屍體週遭昆蟲證物採驗紀錄表-1

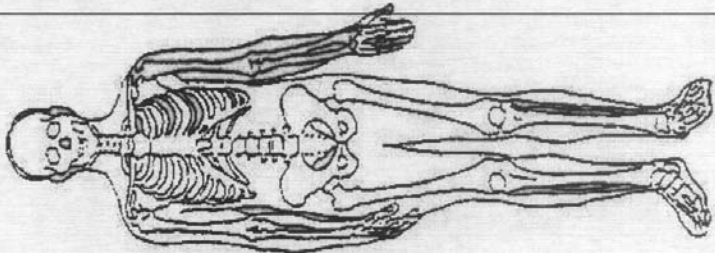


Crime Scene Investigator's Forensic Entomology Collection Form

Date:		Case Type:		Agency:	
Time:		Case Number:		Investigator:	
Date and Time Found:					
Location (Address & Description):					

Weather:	Death Scene Area:	Stage of Decomposition:	Exposure:	Aquatic Habitat:
Sunny: ☐	Forest: ☐	Fresh: ☐	Open Air: ☐	Pond: ☐
Cloudy: ☐	Field: ☐	Bloat, Full: ☐	Buried: ☐	Lake: ☐
Partly Cloudy: ☐	Pasture: ☐	Bloat, Partial: ☐	Depth (in): ☐	Creek: ☐
Rain: ☐	Brush: ☐	Bloat, Minor: ☐	Not Buried: ☐	River, lg.: ☐
Snow: ☐	Roadside: ☐	Active Decay: ☐	Clothed: ☐	River, sm.: ☐
Sleet: ☐	Barren Area: ☐	Advanced Decay: ☐	Clothed, Partial: ☐	Canal: ☐
Wind: ☐	Closed Building: ☐	Skeletonization: ☐	Nude: ☐	Swamp: ☐
Fog: ☐	Open Building: ☐	Saponification: ☐	Chemicals: ☐	Ditch: ☐
Other *: ☐	Vacant Lot: ☐	Mummification: ☐	Gasses: ☐	Water: ☐
	Pavement: ☐	Dismemberment: ☐	Scavengers: ☐	Fresh: ☐
	Trash Container: ☐	Disembowelment: ☐	Other *: ☐	Salt: ☐
	Other *: ☐	Other *: ☐		Brackish: ☐

* Explain "Other" in Narrative.

Scene Temperatures Ambient: _____ Body Surface: _____ Ground Surface: _____ Ground, 10 cm Under: _____ Ground / Body Interface: _____ Maggot Mass: _____ Water (if aquatic) _____ Other Factors / Temp: AC On: ☐ Heat On - Temp Set: _____ Fan On: ☐ Other *: ☐	Artifacts: (Indicate on Drawing): 
--	--

Entomological Evidence Collected

Item:	Description:	Live:	Preserved:	Location On Body Recovered	Inventory Control Number:
1		☐	☐		
2		☐	☐		
3		☐	☐		
4		☐	☐		
5		☐	☐		
6		☐	☐		
7		☐	☐		
8		☐	☐		
9		☐	☐		
10		☐	☐		

Signature: _____

Copyright 2005 Patrick Jones, Marissa Fusco, Dr. Ralph Williams

Page of



附件二：收集屍體週遭昆蟲證物採驗紀錄表-2

<u>FORENSIC ENTOMOLOGY DATA FORM</u>			
DATE: _____		CASE NUMBER: _____	
COUNTY/STATE: _____		AGENCY: _____	
DECEDENT: _____		AGE: _____	SEX: _____
Last Seen Alive: _____		Date and Time Found: _____	
Date Reported Missing: _____		Time Removed from Scene: _____	
Site Description:			

<u>Death Scene Area:</u>			
Rural: forest _____ field _____ pasture _____ brush _____ roadside _____ barren area _____ closed building _____ open building _____ other _____			
Urban/suburban: closed building _____ open building _____ vacant lot _____ pavement _____ trash container _____ other _____			
Aquatic habitat: pond _____ lake _____ creek _____ small river _____ large river _____ irrigation canal _____ ditch _____ gulf _____ swampy area _____ drainage ditch _____ salt water _____ fresh water _____ brackish water _____ other _____			
Exposure: Open air _____ burial/depth _____ clothing: entire _____ partial _____ nude _____ portion of body clothed _____ description of clothing _____ type of debris on body _____			
Stage of decomposition: fresh _____ bloat _____ active decay _____ advanced decay _____ skeletonization _____ saponification _____ mummification _____ dismemberment _____ other: _____			
Evidence of scavengers: _____			
Possible traumatic injury sites: (Comment below)			

Scene temperatures: ambient: _____ ambient (1ft) _____ body surface _____ ground surface _____ under-body interface _____ maggot mass _____ water temp, if aquatic _____ enclosed structure _____ AC/Heat: on/off _____ ceiling fan: on/off _____ soil temperature: 10 cm _____ 20 cm _____			
Number of preserved samples _____		Number of live samples _____	
NOTE: Record all temperatures periodically each day at the site for 3 to 5 days after body recovery.			

附件三：收集屍體週遭昆蟲證物採驗紀錄表-3

[illegible]