

出國報告（出國類別：實習）

赴美國參加
2019 年國際野生動物疾病監測訓練

服務機關：行政院農業委員會家畜衛生試驗所

姓名職稱：李璠研究員兼組長

蔡國榮助理研究員

派赴國家：美國

出國期間：108 年 9 月 15 日至 108 年 9 月 22 日

報告日期：108 年 11 月 5 日

摘要

家畜衛生試驗所李璠研究員兼組長與蔡國榮助理研究員在美國農業部與美國在台協會的資助下，參加美國農業部動植物防疫署國家野生動物研究中心舉辦的「國際野生動物疾病監測訓練」，自 108 年 9 月 16 日至 20 日，為期 5 日。該研究中心位於美國科羅拉多州科林斯堡，致力於研究與解決野生動物對農業、自然資源、人類與禽畜健康、安全造成的危害；該中心研究的領域也包含人類與野生動物的利益衝突、野生動物疾病、外來入侵物種、野生動物數量控制、整體生態平衡等議題。

「國際野生動物疾病監測訓練」課程內容包括野生動物疾病監測規劃、野生動物捕捉與麻醉、實驗室診斷技術、野外工作安全、採樣與數據管理、野生動物監控技術、疾病盛行率與風險推估、動物屍體處理；針對特定疾病則有非洲豬瘟介紹、美國野豬調查與採樣、美洲野牛布氏桿菌症調查與控制、北美候鳥禽流感監測、禽流感爆發期間之野生動物監測等觀念與實務經驗的分享。實習課程則包括個人防護裝備、野豬與野鳥捕捉技術介紹、野生動物麻醉方式、哺乳動物與鳥類剖檢、疑似病例情境模擬演練等。各國學員也在課程中分享了各自國家的野生動物疾病監測現況與實務經驗。

本次研習的心得與建議如下：

- 一、野生動物研究的多樣性：無論野生動物物種、對人類生活的影響樣態，乃至影響的產業類別、因應策略的研究，都非常繁複。
- 二、美國野生動物研究與管理涉及的權責部門與利害關係人的網絡複雜，相關專業領域的共同參與以及跨部門的合作協調非常重要。
- 三、野生動物疾病研究人員執行野外勤務時的安全必須於事前妥適規劃。
- 四、野生動物疾病的議題沒有簡單的答案或解決方案，必需仰賴長期調查、監測與經驗累積，方能磨合出合乎科學的對策。
- 五、持續學習新知，時常保學習熱忱。
- 六、模擬演練的腦力激盪，對於動物防疫人員的養成頗具價值。

目次

壹、緣起	第 4 頁
貳、行程	第 4 頁
參、研習地點簡介	第 4 頁
肆、課程安排	第 6 頁
伍、課程內容摘要	第 8 頁
陸、心得與建議	第 19 頁

壹、緣起

「國際野生動物疾病監測訓練(International Wildlife Disease Surveillance and Monitoring Course)」之課程資訊，係由美國在台協會主動提供給行政院農業委員會家畜衛生試驗所(以下簡稱畜衛所)，並由美國政府提供畜衛所 2 個學員之往返機票、生活費及課程費用。畜衛所依業務屬性與課程內容，遴派疫學研究組李璠研究員兼組長與豬瘟研究組蔡國榮助理研究員前往受訓。

貳、行程

民國 108 年 9 月 15 日於桃園國際機場搭乘聯合航空公司 UA0872 班機(與日本亞細亞航空公司聯營)前往日本東京成田機場，在東京轉搭聯合航空 UA142 班機前往美國科羅拉多州丹佛市(Denver)，再由丹佛機場與其他學員搭乘地面接駁巴士抵達科羅拉多州柯林斯堡(Fort Collins, Colorado)。課程自 9 月 16 日至 20 日共計 5 日。結訓後於美國時間 9 月 21 日上午自丹佛市搭乘聯合航空 UA268 班機前往舊金山，在舊金山轉機搭乘聯合航空 UA871 班機於臺灣時間 9 月 22 日返國。

參、研習地點簡介

一、美國國家野生動物研究中心

本次訓練主要上課地點在美國農業部動植物防疫署的國家野生動物研究中心(National Wildlife Research Center, APHIS, USDA)，部分實習在科羅拉多州立大學獸醫暨生醫學院(College of Veterinary Medicine and Biomedical Sciences, Colorado State University)進行。

國家野生動物研究中心是執行美國農業部野生動物研究計畫(Wildlife Services program)的主要機構，主要在研究與嘗試解決與農業、水產養殖業、自然資源、人類健康與安全相關的野生動物問題；其他如野生動物疾病、有害生物、入侵物種、野生動物繁殖過剩等議題也是該中心的研究範疇。這個機構的成立可以溯及西元 1885 年，美國農業部最初在此地研究候鳥的遷徙模式，其後拓展研究領域至哺乳動物，並在 1905 年改名為生物調查局(Bureau of Biological Survey)。該局在新墨西哥州設立實驗室，研究掠食獸與齧齒類動物的危害。1921 年該實

驗室遷至科羅拉多州丹佛市，並於 1929 年改名為控制技術研究實驗室(Control Methods Research Laboratory)，其後又在 1940 年改名為丹佛野生動物研究實驗室(Denver Wildlife Research Laboratory)。1940 年生物調查局與漁業局(Bureau of Fisheries)合併為美國魚類與野生動物署，改隸於美國內政部。1956 年美國魚類與野生動物署重組為經濟漁業局(Bureau of Commercial Fisheries)及漁獵局(Bureau of Sport Fishes and Wildlife)，丹佛野生動物研究實驗室併入漁獵局。1959 年，丹佛野生動物研究實驗室改名為丹佛野生動物研究中心(Denver Wildlife Research Center)，並納入殺蟲劑相關研究。1980 年，丹佛野生動物研究中心併入美國國家魚類與野生動物實驗室(National Fish and Wildlife Laboratory)，1985 年該實驗室由內政部改隸於美國農業部動植物防疫署。1990 年丹佛野生動物研究中心更名為目前的機關名稱「國家野生動物研究中心」，現有的研究設施是在 1994 年至 1997 年興建於科羅拉多州立大學丘陵校區(Foothills Campus, Colorado State University)。

除了在科羅拉多州柯林斯堡的本部之外，國家野生動物研究中心在北達科塔州(燕八哥[blackbird]與椋鳥[starling]致害研究)、佛羅里達州(本地與入侵種野生動物致害研究)、夏威夷州(齧齒類對夏威夷農作物損害研究)、猶他州(肉食獸的生態與行為研究)、俄亥俄州(野生動物對飛航安全的危害研究)、密西西比州(食魚鳥類對水產養殖業的損害研究)、俄勒岡州(野生動物對森林的損害研究)等地也設有田野工作站。

二、科羅拉多州立大學

科羅拉多州立大學(Colorado State University)與國家野生動物研究中心同樣座落於科羅拉多州的第四大城科林斯堡，成立於西元 1870 年，為科羅拉多州最佳的公立研究型大學之一。該校目前有農學院、商學院、工學院、健康與人類學院、文學院、理學院、獸醫與生物醫學學院、自然資源學院等 8 個學院，學生 3 萬 3 千餘人。

獸醫與生物醫學學院(College of Veterinary Medicine and Biomedical Sciences)位於校區南端，目前有生物醫學學系(Department of Biomedical Sciences)、臨床科學系(Department of Clinical Sciences)、環境與輻射健康學系(Department of

Environmental and Radiological Health Sciences)、微生物免疫與病理學系(Department of Microbiology, Immunology, and Pathology)等四系,年度預算約4千5百萬美元(約合新臺幣14億元)。本次課程中哺乳動物與鳥類解剖實作在該學院的診斷醫學中心解剖房進行。

肆、課程安排

「國際野生動物疾病監測訓練」的課程為期5日,第一、二日為綜合概念的介紹;第三日的重點為非洲豬瘟及野豬的疾病監測;第四日的重點為家禽流行性感冒與鳥類疾病的監測;第五日重點為疫情模擬演練與現場演練。實際授課課程內容如下:

時間	授課內容	講師
9月16日星期一		
08:10~08:30	開幕與課程簡介	Dr. Larry Clark
08:30~08:50	疾病監控概論	Dr. Tom Deliberto
08:50~08:55	國家公園在野生動物疾病監控與野生動物管理的角色	Dr. Jenny Powers
08:55~10:10	課間休息	
10:10~10:55	黃石公園美洲野牛之相關研究	Dr. Pauline Nol
10:55~11:50	捕捉/運輸性肌病	Dr. Terry Spraker
11:50~13:00	午餐	
13:00~15:00	實習:野豬與鳥類捕捉技術	Mr. Todd Felix Mr. Mike Lavelle
15:00~17:00	實習:科羅拉多公園與野生動物介紹	Dr. Lisa Wolfe
17:00~18:30	實習:學員報告	Dr. Teresa Drotar
9月17日星期二		
08:00~08:10	前日課程回顧與提問	Dr. Teresa Drotar
08:10~09:30	田野調查之安全考量	Dr. Christine Ellis

時間	授課內容	講師
09:30~10:20	田野調查之樣本採集與保存	Mr. Brandon Schmit
10:20~10:30	課間休息	
10:30~11:25	診斷方法的選擇與結果判讀	Dr. Kristy Pabilonia
11:25~12:15	野生動物監測技術	Mr. Mark Lutman
12:15~13:30	午餐	
13:30~14:00	野生動物族群內病原盛行率與風險估算的基本觀念	Dr. Alan Franklin
14:00~16:25	實習：田野調查之個人防護裝備	Dr. Teresa Drotar Mr. Brandon Schmit
	飛鏢麻醉技術	Dr. Gordon Gathright Dr. Tom Gidlewski
9月18日星期三		
08:00~08:10	前日課程回顧與提問	Dr. Teresa Drotar
08:10~09:05	視訊課程：非洲豬瘟診斷與全球情勢	Dr. Greg Mayr
	視訊課程：非洲豬瘟與野豬	Dr. Greg Mayr
09:05~09:20	課間休息	
09:20~10:15	對美國野豬的非洲豬瘟監測與因應	Dr. Sarah Bevins
10:15~11:10	對豬布氏桿菌感染動物進行田野調查時之生物安全考量	Dr. Noah Hull
11:10~12:15	動物屍體處理	Dr. Joanna Davis
12:15~13:30	午餐	
14:00~16:30	實習：哺乳動物剖檢	Dr. Tom Gidlewski Dr. Terry Spraker
9月19日星期四		
08:00~08:10	前日課程回顧與提問	Dr. Teresa Drotar
08:10~08:50	動物緊急疫災實之野生動物監控：自高病原性家禽流行性感冒獲得之經	Dr. Jeff Root

時間	授課內容	講師
	驗	
08:50~09:35	野生動物監測規劃	Dr. Sarah Bevins
09:35~09:55	課間休息	
09:55~11:00	野生動物的家禽流行性感冒監控	Dr. Tom Deliberto
11:00~11:35	由監測數據推估疫病風險	Dr. Kim Pepin
11:35~13:30	午餐	
14:00~17:30	實習：鳥類剖檢	Dr. Tom Gidlewski Dr. Terry Spraker
9月20日星期五		
08:00~08:05	前日課程回顧與提問	Dr. Teresa Drotar
08:05~09:05	傳染病診斷技術	Dr. Angela Bosco-Lauth
09:05~09:30	聚合酶連鎖反應	Dr. Antoinette Piaggio
09:30~09:50	野豬族群遷徙與疾病擴散	Dr. Tim Smyser
09:50~10:00	課間休息	
10:00~10:40	血清學與遺傳學數據整合在野豬疾病之應用研究	Dr. Courtney Pierce
10:40~11:40	疫病模擬演習準備	Mr. Dennis Kohler
11:40~12:35	午餐	
12:35~14:45	實習：疫情爆發之現場模擬演習	NWRC Staff
14:45~15:10	課間休息	
15:10~16:10	實習：報告與討論	NWRC Staff
16:10~16:40	結訓	Dr. Teresa Drotar

伍、課程重要內容摘要

一、疾病監控概論：

野生動物的疾病監控與經濟動物的疾病監控，雖然檢測樣本的類型(血清、血液、拭子、排遺等)與實驗室檢測技術大致是相同的，但在實務上依然

有很大的差異。首先，由於經濟動物是圈養的禽畜，族群規模數量很明確；野生動物的實際族群數量非常難以估算。經濟動物有明訂的主管機關，也有明確的畜主；但野生動物的主管機關相對複雜，有時會有界定上的困難，也沒有畜主。經濟動物用的實驗室檢測方法通常經過確效；但野生動物因為物種龐雜，實驗室檢驗方法在應用前通常難以經過完整的確效。經濟動物疾病的疫苗較多，可應用於野生動物疾病的疫苗非常少。

二、國家公園與野生動物疾病監控：

歐洲移民自 16 世紀開始在美國屯墾，逐漸向北美洲西部拓展勢力範圍，過去數百年來，美國發展出一套美式的野生動物管理模式(North American model)。所謂的「美式野生動物管理模式」，主要的精神如下：

- (一) 野生動物被視為公共財，不屬於私人所有。
- (二) 禁止販售野生動物牟利。
- (三) 立法規範，由政府管理。
- (四) 在法律許可的目的下，方可獵殺野生動物。
- (五) 野生動物是國際資源。
- (六) 野生動物的政策必須奠基於科學的基礎上。
- (七) 不禁止狩獵行為，但必須納入管理。

美國的野生動物主要由州政府管理，但原住民保留區、國家公園、具遷徙習性的鳥類與海生哺乳類、瀕危動物由聯邦政府管理。美國超過 400 個國家公園內的野生動物，均由內政部國家公園署(National Park Services)負責管理，其治理的理念是「管理整體生態系統而非僅管理物種」，所以僅在國會指示、緊急狀態、原有生態系統必須重建、國家公園內其他自然資源或人畜安全受到侵害的狀況下，才會介入管理野生動物。

三、黃石公園內野牛布氏桿菌症的監控：

黃石公園是美國境內僅存的野生美洲野牛(American bison; *Bison bison*)棲地之一。境內野牛有流產布氏桿菌(*Brucella abortus*)感染的問題，威脅著野

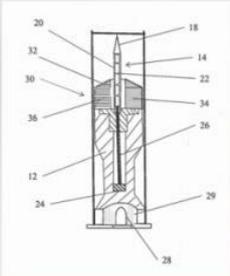
牛族群的繁衍，國家公園為了降低流產布氏桿菌在野牛族群的盛行率，從事的相關研究包括：

- (一) 利用伽瑪射線不活化的死菌菌苗接種，降低野牛的感染率。
- (二) 開發粒狀、可用飛鏢接種的冷凍乾燥菌苗。
- (三) 利用絕育疫苗(gonadotropin-releasing hormone vaccine)降低感染雄性野牛的授精率。
- (四) 發展收集野牛呼出的氣體，檢測野牛是否感染布氏桿菌的技術。
- (五) 利用檢疫與隔離飼養，建立無布氏桿菌的族群。

USDA
United States Department of Agriculture

DryDart™

- Dart system to deliver lyophilized, powdered, pelleted, or encapsulated vaccines
- 2X the payload of biobullets
- Marks injection site.
- Fired from dart gun or shotgun
- Biodegradable.

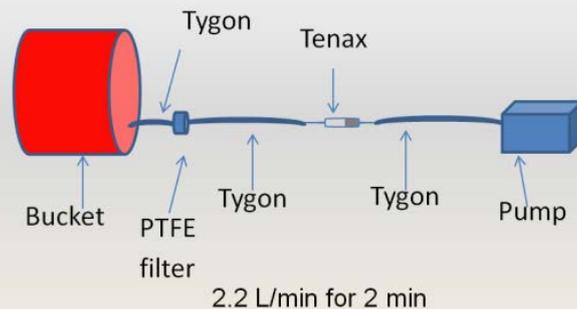
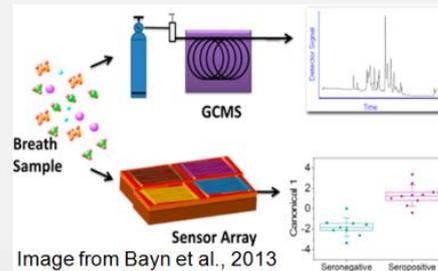
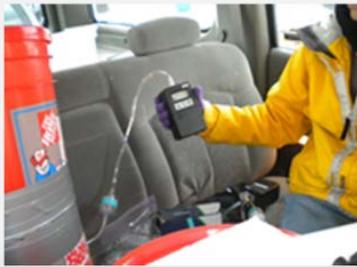


5

冷凍乾燥、具生物分解性、可以遠距離投射的動物用疫苗劑型。

(資料來源：美國農業部 Pauline Nol 博士授課資料)

Methods: Breath Collection



利用呼氣成分區別布氏桿菌感染動物。

(資料來源：美國農業部 Pauline Nol 博士授課資料；參考文獻：Bayn et al., 2013. Detection of volatile organic compounds in *Brucella abortus*-seropositive bison. *Analytical Chemistry*. 85(22): 11146 - 11152)

四、捕捉/運輸性肌病：

所謂「捕捉/運輸性肌病(capture/transportation myopathy)」是指動物或人類在被追捕、運輸當下或之後所出現的橫紋肌病理變化；其別名包括肌萎縮(muscular dystrophy)、捕捉緊迫症(capture stress)、捕捉性橫紋肌溶解(capture rhabdomyolysis)、捕捉症(capture disease)、退化性多重肌肉病變(degenerative polymyopathy)、勞累性橫紋肌溶解(exertional rhabdomyolysis)、特發性肌肉壞死(idiopathic muscle necrosis)等。在野生動物的發生率比家畜禽得多，臨床上的表徵通常可以分為四型，但不同型可能先後出現在同一動物身上：

(一) 捕捉休克症候群(capture shock syndrome, CSS): 症狀通常在動物受到緊迫後半小時至數小時出現，動物沉鬱、呼吸淺而快、心跳快、脈搏微弱、體溫升高；動物在捕捉或運輸 6 小時後死亡。病變包括肺水腫、小腸鬱

血，骨骼肌、腦、心臟、肝臟、腎上腺、胰臟、腎小管的小範圍壞死。

(二) 運動失調性肌紅素尿症後群(ataxic myoglobinuric syndrome, AMS)：症狀通常在動物受到緊迫後 24 小時內出現，動物無法行動、扭頸、肌紅素尿，有些動物能撐 1 至 3 日，但能夠存活的動物不多。病變包括腎臟腫大、鬱血，四肢與頸部的肌肉出現多處蒼白、柔軟、乾燥的區域。

(三) 肌肉斷裂症候群(ruptured muscle syndrome, RMS)：症狀通常在動物受到緊迫後 24 小時至 48 小時出現，肌肉斷裂最常出現於單側或雙側的腓腸肌(gastrocnemius)，動物無法行走，通常在 3 日至 5 日死亡，鮮少能夠存活。常見病變為皮下出血、後肢肌肉斷裂，腎臟通常沒有肉眼病變；組織病理學上可見到橫紋肌溶解和輕微的腎小管壞死。

(四) 延遲型甚急性症候群(delayed-peracute syndrome, DPS)：通常出現在動物初次被捕捉後 1 週內再次被捉或受到緊迫時，突然死亡，僅在後肢大肌肉有小區域的蒼白，組織病理學上可見到橫紋肌溶解。

當動物發生捕捉/運輸性肌病時，治療對策為維持動物的正常換氣、預防休克、利用輸液維持血壓和電解質平衡、避免酸血症，給予類固醇、葡萄糖、抗凝血劑、強心劑、維生素等，但因為預後不佳，預防重於治療。預防之道為選擇晴朗的天候捕捉野生動物，盡可能減少緊迫，縮短追捕和運輸的時間；工作人員有豐富的實務經驗；運輸時減低噪音，遮蔽動物視線以減少緊張，給予充分飲水。運送動物後 3 週內避免對捕獲的動物進行其他處置。



因捕捉性肌病導致野生動物的扭頸(左圖)與運動失調(右圖)。

(資料來源：科羅拉多州立大學 Terry Spraker 博士授課資料)

五、田野調查之安全考量：

野外工作的環境不同於實驗室，面臨的變動因素往往難以預測，但目標卻完全一致：確保工作人員、其他生物與環境的安全與完整。

因為需要在短時間內完成大量工作，野外的的工作節奏較快而且機動性高，工作條件(如人員、動物、天氣、器械)的變動快速，遇到的生物與微生物不確定性高，所以在研擬生物安全策略時，負責生物安全的專業人員與野外工作者雙方均必須保持謙遜與開放的心態，根據研究目的、作業時間與季節、檢體採集與運送方式、防護裝備、產生的廢棄物、使用的麻醉劑和槍械等面向，共同討論出務實的做法。

任務結束後的檢討與事前的準備同樣重要。順利完成的部分(採到所需的樣本、沒有人員受傷、沒有設備損壞…)以及表現欠佳的部分(人力不足、被動物咬傷、麻醉劑不管用、動物受傷、個人防護裝備不佳、睡眠不足…)都是讓日後的任務更進步的養分。

六、非洲豬瘟與美國野豬疾病監測：

自從西元 2007 年非洲豬瘟(African swine fever)在東歐的喬治亞共和國現蹤，乃至 2018 年在中國爆發全國性疫情以來，這個疾病已經成為最受國際關注的動物傳染病之一，而感染非洲豬瘟病毒的野豬是傳播非洲豬瘟的重要途徑之一。

美國的野豬數量，估計有 6 百萬隻至 1 千 4 百萬隻，分布的地區主要在加州與緯度較低的東南部地區。對於症狀容易區辨且致死率高的傳染病而言，被動監測(passive surveillance)是非疫區最有效且經濟的早期預警方式。對於一旦發現野豬的非洲豬瘟病例，美國的防疫對策主要分為四個部分：

- (一) 建立管制區域：在陽性病例周圍劃定「感染區(Infected zone)」，範圍為 4 至 6 平方公里(即野豬活動範圍的 2 至 3 倍)；在感染區外圍劃定「緩衝區(buffer zone)」或稱「高風險區(high risk zone)」，面積為感染區的 2 至 3 倍。另可劃設「加強捕獵區(intensive hunting zone)」，以便控制疫情擴散或進行

監測。

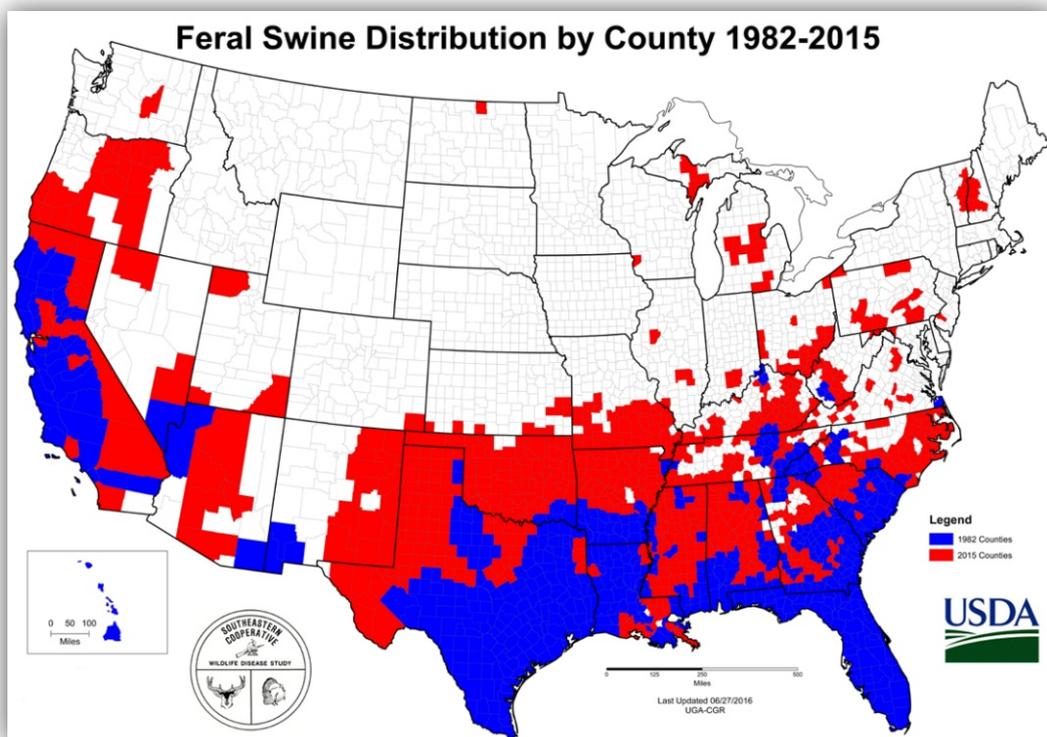
(二) 界定擴散範圍：進行管制區域的實地調查，查明當地是否有養豬場，並設法避免疫情進一步擴散。

(三) 調整管制區域：根據調查的結果調整管制區域的範圍，持續進行監測。

(四) 設置圍欄：根據成本效益分析，決定是否設置圍欄以區隔管制區。

(五) 動物屍體處理：移除所有自然或獵殺的動物。

(六) 降低野豬族群數量：以感染區與緩衝區為主，由受過訓練的人員執行。



美國境內野豬分布範圍：藍色區域為 1982 年的分布，紅色為 2015 年調查時擴大的分布區域。

(資料來源：美國農業部 Christine Ellis 獸醫師授課資料)

七、動物屍體處理：

對於疫災發生時動物屍體處理的方式，考量的因素包括動物種別、動物數量、病原特性、環境因子(地形、土壤特性、水源…)、公共衛生、相關法規等。動物屍體處理的方法，可以概略分成掩埋、焚化、製作堆肥、化製等四類：

- (一) 掩埋：可分為掘坑深埋與地表堆疊後覆土兩種不同做法。掩埋法有迅速、簡便、低成本的優點，但缺點與限制是需要足夠的土地、可能污染水源、產生臭味、居民反彈等。土質特性是最關鍵的因素，同時要留意動物屍體腐化後產生的氣體。如果掩埋地點是既有的垃圾掩埋場，必須遵循法規，運輸過程也必須密閉。
- (二) 焚化：有露天焚燒、焚化爐處理、移動式焚化爐(air-curtain incinerator)處理等三種做法。屍體焚化的優點是較不占空間，處理後產生的固態廢棄物體積較小，但缺點是焚化設施設備門檻較高、會產生空氣污染、運輸過程的生物安全風險較高，也有必須遵循法規限制和附近居民反彈的問題。
- (三) 製作堆肥：如果將堆肥當作發生動物疫災時動物屍體處理的選項，為了降低病原微生物散播的風險，製作堆肥的位置，必須盡可能在疫情出現的原地實施；如果可以利用現有的禽畜欄舍，更可以進一步降低露天處理的風險。由於堆肥的製作需要額外的碳源(carbon source)使碳氮比達到 25:1 至 40:1，所以能否提供足夠的碳源必須預先考量。另外，也必須設法避免肉食動物或腐蝕動物將堆肥中的動物屍體掘出。
- (四) 化製：化製必須考慮動物屍體運往化製廠途中的生物安全，運輸車輛必須能防止滲漏。如果化製場的處理能量有限，也必須預先尋覓屍體暫存的設施。

八、實習課程：野豬與鳥類捕捉技術

除了理論性的課程以外，實際觀摩與操作的課程也占了本次訓練活動將近一半的時間。這次學員有難得的機會近距離觀摩美國科學家在田野工作中實際使用的車輛、船隻、欄架、陷阱等工具，搭配美國研究人員的解說和示範，更具體地將課堂上的知識與田野工作連結在一起。

許多捕捉野生動物的方式，都是經過不斷地開發、驗證與改良，才能適應工作環境與研究人員的需要，相當不容易。



美國農業部研究人員在德克薩斯州進行野豬研究時安置的捕捉陷阱。野豬捕捉陷阱另有簡易型與下降型，其選擇需視地形、研究需求等，亦有結合車輛內活動籠架的應用(如下圖)。

(資料來源：美國農業部 Christine Ellis 獸醫師授課資料)



野生動物研究中心用來捕捉與保定野豬的車輛。圍欄外披覆不透光布幕，可降低野豬緊迫，野豬安靜後，利用通道引導進入行動車輛，再以活動式隔板，將車內兩側通道做成籠子，便於採樣。



在野外採樣時，利用眼罩(blindfold)和腿部固定(hobbles)，保護動物和工作人員的安全。

(資料來源：美國農業部 Christine Ellis 獸醫師授課資料)



撒網捕捉野生水禽的空氣砲。借用壓縮氣體發射網具，發射時力道強勁，故空氣砲有保險裝置，

投射前工作人員必須退到後方或兩側，保持足夠的安全距離。



野生動物研究中心用來捕捉鳥類的陷阱。

八、實習課程：剖檢實習

本次課程中哺乳動物與鳥類解剖實作在科羅拉多州立大學獸醫與生物醫學學院的診斷醫學中心解剖房進行。解剖房一面採用玻璃帷幕，可一覽解剖房內部空間，帷幕前方為階梯教室，並配備解說用的解剖台。在進入解剖房前，學員先聽取講師示範教學，才進入解剖房親自進行動物剖檢。講師在示範與解說時，解剖台正上方裝設實體攝影機協助教學。實體攝影機將俯瞰畫面拍攝並投射至螢幕，透過此設備能捕捉講師動作以及正在解說的器官，以鳥瞰視角呈現影像，更能幫助學員學習。

在進行豬隻剖檢時，有關豬隻的扁桃腺檢查，講師提點因為豬瘟病毒(classical swine fever virus)會侵犯腺窩上皮，可發現壞死病灶與沾附，非洲豬瘟病毒(African swine fever virus)則不會，這一點是這兩種傳染病的明顯差異。脾臟檢查時，非洲豬瘟常會造成腫大與質地變脆，豬瘟會有腫大與梗塞。淋巴結檢查，前述兩種傳染病皆會有出血。

禽類可由翼靜脈(wing vein)、頸靜脈(cervical vein)、蹠靜脈(metatarsal vein)採血，其中右側頸靜脈較明顯；蹠靜脈在腳的內側或外側較為明顯，也有可能兩隻腳均不明顯，且血流相對緩慢，須花較久時間方能採到足夠血量。禽類喉頭、腺胃檢查，高病原性家禽流行性感冒或新城病感染時會有出血，高病原性家禽流行性感冒感染時可發現雞冠、肉垂、腳脛出血，眼窩下竇水腫、頸部等皮下水腫。

九、疫病模擬演練：

由於前面四日的課程，已經講授過監測規劃、田野工作安全、人員個人防護裝備、採樣技術、屍體解剖、非洲豬瘟、家禽流行性感冒等議題，最後一日的課程設計，請學員們針對二種假設的情境進行模擬演練：

(一) 情境一：某個國家已經在豬場出現非洲豬瘟病例。有一天，在森林保護區內同時發現 7 頭野豬群聚死亡，而一週前發生首例非洲豬瘟的豬場距離野豬死亡的地點不到 10 公里。由屍體的新鮮程度研判，野豬死亡應未超過 24 小時。請規劃在人力僅有 3 位的情形下，如何啟動現場調查，需要攜帶什麼設備、採集哪些檢體，以便將檢體送到 5 公里外的實驗室。其他防疫措施也包括在行動規劃內。

(二) 情境二：某個國家的活禽市場不時發生 H5N1 亞型高病原性家禽流行性感冒，雖然也有對活禽市場進行監測、清場與消毒，但只要活禽市場重新開放，1 至 2 週後又會再次浮現疫情。農業部對此啟動調查，期望了解反覆發生的成因與溼地水鳥是否具有關聯性。調查的第 1 天，濕地內就發現 10 隻死亡野鴨。請對採樣行動進行規劃，以便將檢體送到 20 公里外的實驗室。

模擬演練以分組討論採紙上演練方式，規劃調查事前準備、採樣計畫、實驗室檢測項目、現場處置等措施，由每個小組討論、製作海報與輪流解說，同時在解說後回答講師或工作同仁的提問。

陸、實習見聞、心得與建議

一、野生動物研究的多樣性：無論野生動物物種、對人類生活的影響樣態，乃至

影響的產業類別、因應策略的研究，都非常繁複。這一點，由 2018 年美國國家野生動物研究中心的研究計畫可見一斑：

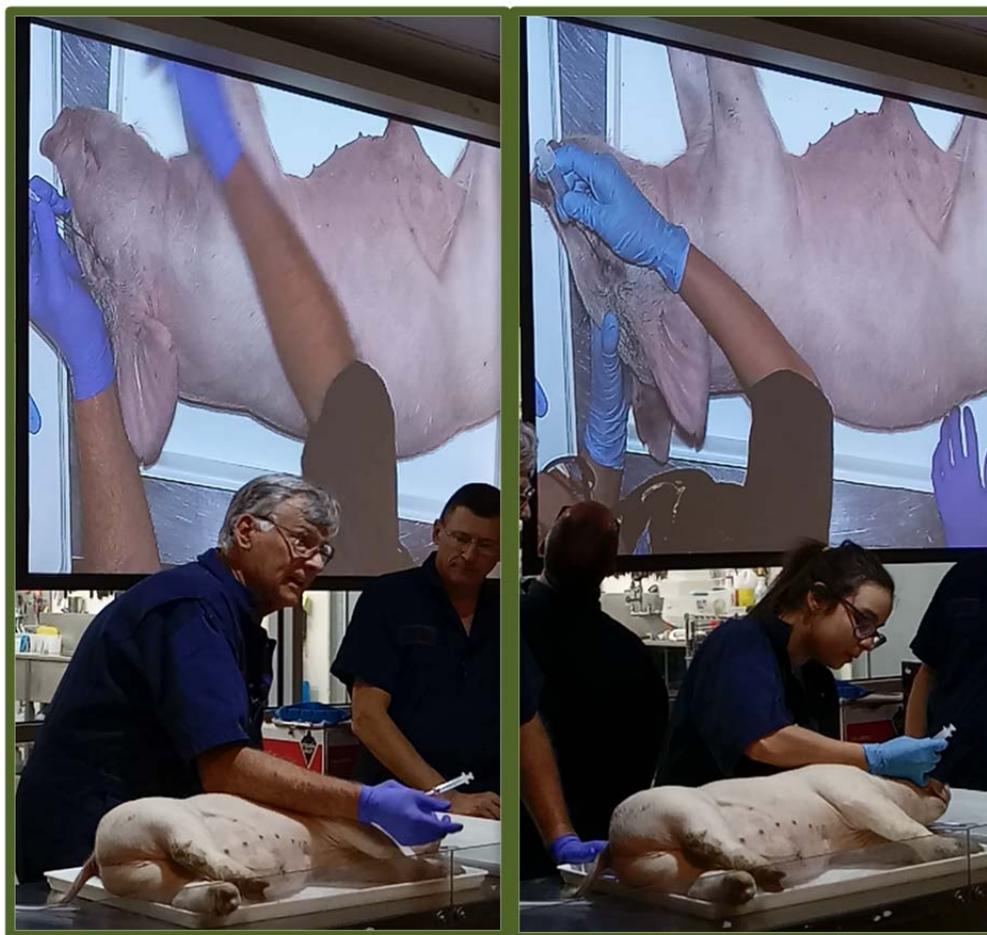
- (一) 控制禿鷹與外來種野生動物族群的技術研發。
- (二) 鳥類對水產養殖業的經濟衝擊與策略發展。
- (三) 森林、濕地與放牧地區管理方式的改良。
- (四) 肉食動物的控制方法、衝擊評估與生態學研究。
- (五) 發展注射型與黏膜投與型繁殖控制技術以控制野生動物族群與疾病。
- (六) 研究、預防與降低野生動物撞擊航空器、車輛、建築物的負面效應。
- (七) 改良滅鼠劑與研究替代性啮齒類控制技術。
- (八) 研發與評估野生動物相關病原對農業、糧食供應、食品安全的衝擊。
- (九) 野生動物管理的經濟學與社會面向之研究。
- (十) 野豬與有蹄動物的經濟衝擊與控制策略研究。
- (十一) 狂犬病控制技術與策略。
- (十二) 入侵物種對農業、自然資源與人類健康衝擊的控制方法與策略。
- (十三) 降低鳥類對農業的危害。
- (十四) 以遺傳學技術管理家畜與野生動物的互動。
- (十五) 發展能應用於保護農業與畜產業的趨避劑。

二、野生動物研究是跨部門的領域：如前所述，野生動物研究涉及的面向非常多元。美國野生動物的研究與管理，與美國農業部動植物防疫署、野生動物署、國土安全部、州政府、大學相關科系等許多部門均有關聯。由於利害關係人的網絡非常複雜，相關專業領域與產業的共同參與以及跨部門的合作協調非常重要。我國的野生動物相關業務，在農業委員會由林務局主管，特有生物保育中心也有參與；動物疾病的主管單位為動植物防疫檢疫局，疫病檢診由畜衛所與各縣市動物防疫機關執行；如遇人畜共通傳染病，衛生福利部疾病管制署也是權責機關。其它如經濟部、交通部、環境資源部、當地縣市政府，也都有可能因為議題的不同而成為利害關係人。然而，國內對於這些議題的調處與合作仍有待整合。

三、野生動物疾病研究人員執行野外勤務時的安全必須於事前妥適規劃。由於疾

病研究人員、生物安全人員與野生動物專家的專業與觀點各不相同，必須共同討論出能夠提供足夠保護且不妨礙實際工作進行的安全方案。

四、持續學習新知與常保學習熱忱。本次解剖實習時，Terry Spraker 博士與 Tom Gidlewski 博士講解示範了豬隻眼窩採血技術，據述該技術可用於死亡 3 或 4 小時內的豬隻，可部分解決動物死後無法採血的困境，甚至可用於野外採樣。Spraker 博士親自示範後，更進一步以愉悅帶興奮心情向學員們介紹更新手法，由科羅拉多州立大學獸醫學院的加拿大學生示範加拿大改良推廣的手法，採用較前方的位置，以較小的角度入針，據說可應用於活豬採血。二位博士技術純熟，經驗豐富，已是病理學專家，但一聽聞有新技術可學，仍如赤子般保有高度學習熱忱，連我們多少都感受到他兩位的熱忱，對這二種手法都躍躍欲試，這一點值得我輩敬仰與學習。



剖檢實習課程，示範用兩種不同方式自死亡豬隻腦底的海綿竇(cavernous sinus)採集血液。

五、野生動物疾病的議題沒有簡單的答案或解決方案，必需仰賴長期調查、監測與經驗累積，方能磨合出合乎科學的對策。在此之前，不宜單憑少量數據或臆測便草率擬定政策，以免對野生動物與人類社會造成負面的傷害。

六、模擬演練的腦力激盪，對於防疫人員的養成極富價值。各小組進行報告的過程中，每個小組多少有其獨特見解或做法，諸如管制點與管制區域設置、死亡動物的距離、分布與共同感染源的聯想、小組成員依專長分段闡述相關措施等，這些腦力激盪過後的成果分享讓所有的學員更能體會團體合作討論的重要與優點。另外，某個小組認為當場剖檢有病原外洩疑慮，建議將死亡動物攜回檢驗實驗室後才進行詳細的剖檢，此獨特見解讓講師和其餘的學員驚訝。講師認為此一做法確實適合體型小、方便打包的豬隻，但成年野豬體型較大，不容易防範體液滲出或確保身軀不會外露，在實際執行時難度頗高，也必須事前與實驗室溝通獲得對方支持，並確保實驗室的解剖房有足夠的物理防護。

此一課程設計，是我國獸醫師養成教育中較少見到的教學模式。本次學員來自多個亞洲、美洲國家與非洲的烏干達，平日的工作性質包含動物園動物醫療、野生動物疾病、實驗室診斷等領域，在小組討論時，成員多半根據平日工作經歷發表看法，因而有機會聽到不同見解與解題方向，對多數的學員均是新的嘗試。若能多舉辦幾次演練，有助於集思廣益以進行跨領域整合；甚至若能增加更多領域類別，應該更能體會與展現講師開宗明義提示的野生動物研究甚至疫病調查時的複雜度與整合難度。此外，講師提問各組對實驗室檢驗的方向或指示時，我認為因情境中已有提示，多少限縮了大家的初步診斷，然而，現實世界出現不明原因的臨床病例時，狀況可能遠較課程提供的情境複雜，當面對此類異常死亡或不明疫病，需要思考更多的可能性，並在時間壓力下迅速掌握資訊，動員現有的人力物力資源，規劃與展開現場調查。為此，我們需要更多學習與臨場演練，以便因應未來的挑戰，也更需要這類的訓練模式來鍛鍊獸醫師的應變與處置能力。