

106 年度行政院農業委員會菁英計畫成果報告

臺灣里山倡議前瞻性議題－ 原住民狩獵政策與共管制度研究

單位：行政院農業委員會企劃處

姓名：黃志堅 技正

派赴國家：美國

出國期間：2017 年 8 月 8 日至 12 月 8 日

目錄

摘要

壹、前言

貳、現況分析

參、計畫目標

肆、短期研究說明

伍、結論

陸、討論與建議

柒、附件

捌、參考文獻

摘要

為因應臺灣原住民族對於傳統狩獵文化的傳承需求，並規劃建立符合里山倡議中尊重認可在地傳統和文化的價值和重要性的原住民族狩獵規定，本計畫前往美國明尼蘇達州進行短期研究，瞭解當地實行百餘年之狩獵規範及印地安保留區內原住民自決的狩獵規範，借鏡其尊重、協調、合作的精神來規劃我國原住民族傳統狩獵規範，發現由主管野生動物狩獵的自然資源部門(DNR)進行主導與規劃，可以得到相對穩定的成效，DNR 負責規劃、協調、執行、監測野生動物狩獵規範：(1)與狩獵協會合作，讓狩獵野生動物相關之規範與訓練皆能在事前傳達給參與狩獵人員；(2)與學術研究單位合作，除單位本身研究人員外，DNR 亦與學術研究單位(如明尼蘇達大學)合作，由學術單位協助進行野生動物監測、規劃新穎的監測調查方式等，讓野生動物監測技術及成果具被科學檢驗之公信力；(3)與印第安部落合作，因印第安部落具自治地位，DNR 與其建立夥伴關係，組成專門聯繫團隊，提供最新技術、野生動物調查成果數據，與印第安部落進行交流，並協助必要之人員訓練資源。據此，建立我國主管野生動物保育業務之林務局，在規劃原住民族基於傳統文化祭儀需要之狩獵規範時，應聯合相關單位，如原住民族委員會、縣市政府、動物保育團體等，組成一任務型委員會，針對狩獵物種、獵具、數量等，參酌科學調查成果，規劃各狩獵範圍區(可分成變動或固定區域)，狩獵範圍區應以物種棲息範圍或區域族群數量為規劃範圍，以聯合公告方式針對狩獵日期、部落、物種、獵具等做出規範，並由學術單位協助狩獵季節前後之野生動物族群監測，以科學數據作為證據，瞭解狩獵活動影響，並將調查結果與各相關單位及社會大眾分享，讓狩獵規範得以每年或定期進行滾動式檢討，以符合現況。

關鍵字：原住民、野生動物狩獵、里山倡議

Abstract

To meet the need of indigenous people in traditional hunting in Taiwan and to construct an indigenous tribal hunting regulation with respect to local traditions and culture values, this research acquired hunting regulations experience from Minnesota, U.S. to format Taiwan indigenous hunting regulations. This research has discovered that the wildlife resources management unit (Department of Natural Resources, DNR) in charge of units coordination and regulations planning could generate more positive efforts in wildlife hunting and management. DNR cooperates with wildlife hunting association to implement ecological education, hunting regulation, and fire arm training as well as cooperates with research units (from both DNR and universities) to monitor wildlife population changes for adjusting hunting regulations. Furthermore, DNR holds regular technical meeting with tribes to share scientific information and build up partnerships conflicts to meet both parties' interests. In Taiwan, Taiwan Forestry Bureau (TFB) which in charge of wildlife conservation affairs could benefit from Minnesota' experience in hunting regulations. When TFB formats indigenous hunting regulations, TFB could organize a missionary board including Council of Indigenous, local counties, and wildlife conservation units to discuss preferred hunting species, yearly amounts, hunting tools, and areas. In addition, TFB should cooperate with research units to monitor wildlife population changes before and after hunting activities obtaining scientific information as well as holding scientific meeting with related parties to share wildlife information and to adjust hunting regulations regularly.

Keywords: Indigenous tribes · Wildlife hunting · Satoyama Initiatives

壹、前言

近來，靠近山區生活的臺灣原住民族對於傳統山林及狩獵文化的傳承需求與目前政府機關管理土地的衝突日增，實行5年多的野生動物保育法第21-1條有關原住民族基於傳統文化祭儀需要申請狩獵之案件愈增，但祭儀與所需獵捕野生動物之種類與數量關係問題、事先申請及事後報備制，常引起政府機關、動保團體、原民部落之間的誤解與衝突，甚至是申請規範、狩獵時間、狩獵範圍、參與人員等亦常引起誤會。

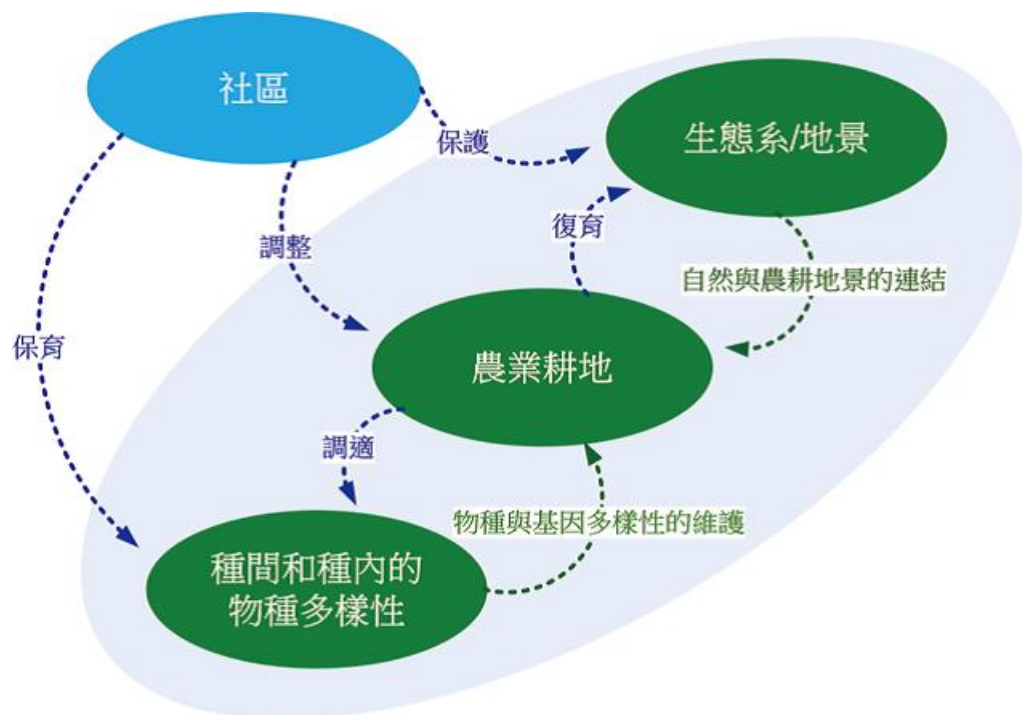
另，原住民族之傳統領域及獵場多屬於目前由政府機關所管理的國有林班地內，亦參雜了原住民族的傳統領域、不同原住民族之狩獵場域重疊、同一原住民族不同部落及家族間之獵場分配等問題，而原住民保留地及周邊公私有地內多為農耕及人工造林，並無合適之野生動物棲地，顯見原民狩獵活動勢必於國有地上發生，如何符合或修訂現行法令規範及滿足各方訴求，亦為須因應的課題。

這不僅牽涉狩獵與保育議題，亦參雜了原住民族的傳統領域及國有資源共管問題，本會身為農業及自然保育業務之中央主管機關，如何尋求一平衡方式以滿足各權益關係團體的需求，已是不得不面對的課題，目前，臺灣原住民族因為狩獵需求與政府機關發生之衝突多集中在國家公園、國有林班地範圍內，且有愈演愈烈之勢，造成政府機關和部落社區的衝突對立，加上部落狩獵用之獵場範圍仍未達成共識公告，長久下來雙方失去互信及形成對立狀況。

由於里山倡議主要在力求挽救人與土地失衡的關係，與社區、生物多樣性、原住民傳統知識等議題密切相關，有助於山村部落的狩獵文化傳承，但由於相關配套措施，如部落自主管理狩獵活動、第3方查核機制及組成、野生動物族群量變化監測等皆未有明確規範及落實，每當原住民族進行狩獵祭典活動時，常淪為政治問題，亦讓政府機關處於尷尬局面。

在里山倡議中，把這類由農村居民與周圍自然環境長期交互作用下，所形成的生物棲地和人類土地利用的動態鑲嵌斑塊（馬賽克）景觀，稱為「社會-生態-生產地景」，意即透過農林漁牧等農業生產地景的經營，達到經濟、社會和生態永續性的目標；社會-生態-生產地景的有效管理還有助於緩解和調適氣候變化，特別是透過保護和加強碳匯和碳庫（碳源）、減少溫室氣體排放、提高抗災能力等，以減少氣候變化在地景生態系統尺度上的負面影響。

里山倡議的願景是謀求兼顧生物多樣性維護與資源永續利用之間的平衡。在社會-生態-生產地景中，農田裏的作物和其它物種的多樣性、棲地多樣性以及環繞農田周圍的地景多樣性，都需要透過增進農村社區的調適能力，以保全農業生態系統的完整性和連結性，並強化其回復力，以因應日益加劇的氣候變遷衝擊，維持農村社區經濟、社會和生態的永續性。



農業生態系中不同層級間的動態調適策略 (PAR, 2011: 20, 引自李光中 2016)

里山倡議中所建議之方法有三：確保多樣化的生態系統服務和價值、整合傳統知識和現代科技、謀求新型態的協同經營體系；關鍵行動面向有五：資源使用控制在環境承載量和回復力之限度內、循環使用自然資源、認可在地傳統和文化的價值和重要性、促進多元權益關係人的參與和合作、貢獻在地社會及經濟成長。

依據里山倡議之內涵協助在地部落建立合理利用環境資源模式，並作為資源治理機關之合作夥伴，進行山林巡護、資源保育與監測等多元化之工作，讓原鄉居民從參與過程中，加強部落傳統與狩獵文化等山林的知識與經驗記錄下來，並與現代科學知識相互輝映，形成知識流，冀望藉由增加經濟誘因而保存狩獵文化及減少狩獵活動之需求，惟目前仍未有明確之具體成果。

本短期研究冀望以里山倡議謀求新型態的協同經營體系及循環使用自然資源、認可在地傳統和文化的價值和重要性為方向的原住民狩獵政策與共管制度，並參酌美國明尼蘇達州對於野生動物狩獵管理的經驗，結合州政府資源管理單位、野生動物狩獵團體、印地安保留區等權益關係團體，建構對話平台來溝通及調整野生動物狩獵規範，希能夠建立一套結合社區部落、政府機關、焦點團體的進行交流方式，進而形成共識來引導政策制定，構建一套符合現實狀況的行動計劃，規劃未來原住民族與國有土地經營管理模式。

貳、現況分析

原住民狩獵議題在台灣從 1972 年開始即有規範，但在 1989 年因應美國培利修正案而廢止，但此方面議題卻從沒停止過；為在原住民族狩獵文化之遞嬗、野生動物管理經營、生態保育等議題上取得一解決方案，林務局在 2012 年依據野生動物保育法第 21-1 條之 1 第 2 項規定，訂定「原住民族基於傳統文化及祭儀需要獵捕宰殺利用野生動物管理辦法」，並據以執行，惟實施數年以來，仍有許多爭議，如狩獵區域界定、狩獵時間與祭典認定、可狩獵動物種類及數量、申請核備規定、動保團體質疑、野生動物族群現況、狩獵干擾程度等，亦讓中央主管機關(農委會)遭受壓力，如何透過共識協調、凝聚共識、制定可被接受及被檢驗的原住民族狩獵野生動物制度，已是刻不容緩。

目前我國原住民族依據野生動物保育法規定之狩獵活動，需由部落會議確認後送鄉鎮公所受理初審，通過後再送縣市政府複審，通過後方得進行，並於狩獵活動結束後提送成果報告資料至鄉鎮公所轉送縣市政府備查，屬於事前申請制，常為部落所詬病，主要是行政流程耗費時日、部落文書行政能力不足導致退補件；此外，部落表示可狩獵物種及數量、可狩獵地區受到限制，不符實際，如原住民保留區多以農業化，野生動物數量少。目前林務局朝向改成全年申請一定次數、事後再報備方式規劃。

里山倡議雖源自日本，但其倡議的願景是謀求兼顧生物多樣性維護與資源永續利用之間的平衡，審視倡議中所建議之方法及關鍵行動面向，由全面性的確保多樣化的生態系統服務和價值，並認可在地傳統和文化的價值和重要性，提供在規劃原住民族狩獵野生動物工作上，可透過促進多元權益關係人的參與和合作，來謀求新型態的協同經營體系，作為規劃方向參考。

目前台灣里山倡議精神的實踐上，較有成果的如生態工法基金會於新北市金山區八煙聚落，協助休耕的水梯田進行生態友善復耕並促進在地產業復甦，繼而倡導「金山倡議」；人禾環境倫理基金會於新北市貢寮吉林，協助推動水梯田環境友善復耕、監測生態復育效益並發展體驗產業；花蓮縣豐濱鄉港口部落的觀光產業發展協會從事地景藝術創作、水田生態友善復耕和原住民產業發展；觀樹教育基金會於雲林口湖鄉成龍濕地，以生態補償、國際環境藝術節等方式，協助里海濕地的復育、永續漁業和環境教育；屏東科技大學在屏東縣霧台鄉協助阿禮部落發展里山倡議為主題的生態旅遊產業(引自夏榮生等，2015)，這些案例的成功與否，關鍵仍在於當地的「半農半 X」產業以及以生態人文、產業加值為深化方向的「公共財」能否貢獻在地社會及經濟成長，才是真正的考驗。

由於我國目前並無前人研究與本短期研究相近，無從參考，僅能從不同面向的資料來整合，因目前原住民族對野生動物狩獵之需求多發生在國

有林或國有地範圍內，一方面需從國有林範圍內之野生動物族群調查(如王穎(2012a)、王穎(2012b)、翁國精(2012))，一方面亦需透過文獻及訪談資料來拼湊出各原住民族傳統狩獵區域範圍(如傅君(2010)、浦忠勇(2016))，以作為後續訂定狩獵規範之參考資料，但如何讓相關的權益關係人了解必要的資訊，並形成共識，則仍有待努力。

參、計畫目標

藉由本短期研究，理解他國經驗與方法，規劃制定我國里山倡議有關原住民族狩獵規範之架構與策略，並用於後續強化學術研究及實務經驗的知識分享與交流，與學術單位、焦點團體、山村及原民部落合作制定執行策略、配套措施，有效率的達成政策目標。

本短期研究主要透過訪談與討論的過程，瞭解於產生最終方案前應考量的各項因素、焦點團體及權益關係人的意見與討論過程與規劃；並學習面對不同團體的溝通技巧、如何利用有限資訊做出判斷、以不同團體能接受與理解的方式傳遞政府政策理念。

肆、短期研究說明

一、地點

本短期研究選定美國明尼蘇達州之美國明尼蘇達州立大學(University of Minnesota，以下簡稱UMN)，是美國最具綜合性的大學之一，建於1851年，是一所集教學、服務、研究於一體之公立大學，且在國內外享有很高的聲譽，亦有公立常春藤之美譽。在2001年和2002年，UMN 雙城校園名列美國公立大學排名前3名，其森林、自然資源管理等科系在全美排名始終名列前茅。

UMN 之保育科學研究所課程(Conservation Sciences Program，前為保育生物學研究課程(Conservation Biology Program))網羅自然資源、野生動物、森林、漁獵、自然經濟、自然資源政策等相關領域專家學者，提供以世界為基礎的研究所訓練及機會課程，藉由瞭解生態系與人類系統的關係來發展對自然保育與管理挑戰的有效解決方案；參與學習者，則可以藉此互動過程，學習如何獲得最有效的資訊來制定決策，更學習到如何評估多方議題及瞭解如何將科學與資源管理、政策發展形成鏈結，以求得最適方案。

二、行程規劃

本短期研究執行期程為106年8月8日~12月8日，除固定於明蘇達大學參加不同主題之討論研討會外，並訪問明尼蘇達州自然資源部官員、明尼蘇達獵鹿人協會、印地安組織(1854 Treaty Authority)。

三、主要行程摘要

(一)明尼蘇達州政府自然資源部從業人員訪談

於短期研究期間，前往州政府自然資源部訪視，主要訪問對象為辦理野生動物狩獵管理及與印第安保留區有關野生動物狩獵業務窗口人員，藉由與第一線實際從事業務人員交流，得到在推動野生動物狩獵管理與各利益團體間之溝通交流機制建立之技巧。主要訪談摘要及重點摘錄如次：

- 1、美國明尼蘇達州政府負責野生動物經營管理業務之權責單位為自然資源部(Department of Natural Resources, DNR)，DNR 主要任務為藉由保育自然土地、水域、魚類及野生動物來保護該州自然襲產，而這些自然襲產正是該州休憩及自然資源為主經濟的基石。DNR 管理自然土地，如森林、濕地、原生草原，進行必要的管理手段以維持健康的魚類及野生動物族群狀況，並保護稀有之植物及動物族群；DNR 規劃提供戶外遊憩機會，如狩獵、釣魚、野生動物觀賞、露營、滑雪、健行、自行車、動力車輛遊憩，並將保育教育透過此類戶外遊憩系統，如公園、步道、野生動物管理區、科學研究及自然區、湖區等，傳達給社會大眾。
- 2、DNR 在州政府的總部，主要工作在行政作業，如配合州內參眾議員監督、擬定及審查各分部研究計畫與成果、與原住民(印地安人)組織合作與對話、決定與其他單位(如大專院校、保育團體)之合作研究等；現場則分成有 5 個分部(Division)及 44 個有關野生動物管理的辦公室及工作站，這些現場單位主要獨立或與其他單位(如大專院校、保育團體)合作進行現場野生動物研究及監測調查，並將民眾意見反饋到 DNR，以利政策或規定調整。
- 3、由於明尼蘇達州境內湖泊超過 1 萬 1 千個，所以釣魚及水體活動為相當重要的夏季戶外遊憩活動，DNR 收集了 4,500 多個湖泊的資訊，如湖泊調查(大小、位置、深度地圖、水質)、魚種分布及魚類食用建議、外來魚種防治等資料，每年均持續的監測調查資料，並反饋到隔年或下期的經營管理工作上。DNR 每年亦會發布釣魚規範手冊，內容包含外來種規範、釣魚證費用及取得、餌食規定、運輸規定、特殊魚種及湖泊規定等。
- 4、野生動物狩獵相關規定在明尼蘇達州已經有超過百年的歷史了，DNR 每年都會發布相關的狩獵及陷阱規範手冊(如圖 1)，內容包含狩獵證費用及取得、槍械執照及訓練、弓箭狩獵規範、青年狩獵規定、小型動物捕捉規定、大型動物狩獵規定、獵物上標及運送規範、狩獵地圖範圍、狩獵日期、私有地穿越規範等；水鳥狩獵亦有相關的規範。狩獵證費用亦明定使用範圍，如研究基金、行政費用等。



圖 1、明尼蘇達州狩獵及釣魚規範圖

5、針對主要狩獵物種-白尾鹿(white-tailed deer)，DNR 每年亦會出版獵鹿季節圖(如圖 2)，依每年監測及收穫資料，區分為許多區域，主要是方便獵人尋找想去狩獵的區域，而各分區每人可狩獵之物種意有所不同，如近都市區可以讓獵人可以多打一隻，因為近都會區如果鹿群太多，可能會造成交通事故(每年明尼蘇達州都有車輛撞到鹿的情形，而且常有人類傷亡情事)；或是某些農業地區亦會增加狩獵量，以反應農民對鹿群損毀農作物的不滿；或是有些草原地區並沒有足夠的鹿群生活該地區，就會停止該區狩獵額度，以利族群增加。

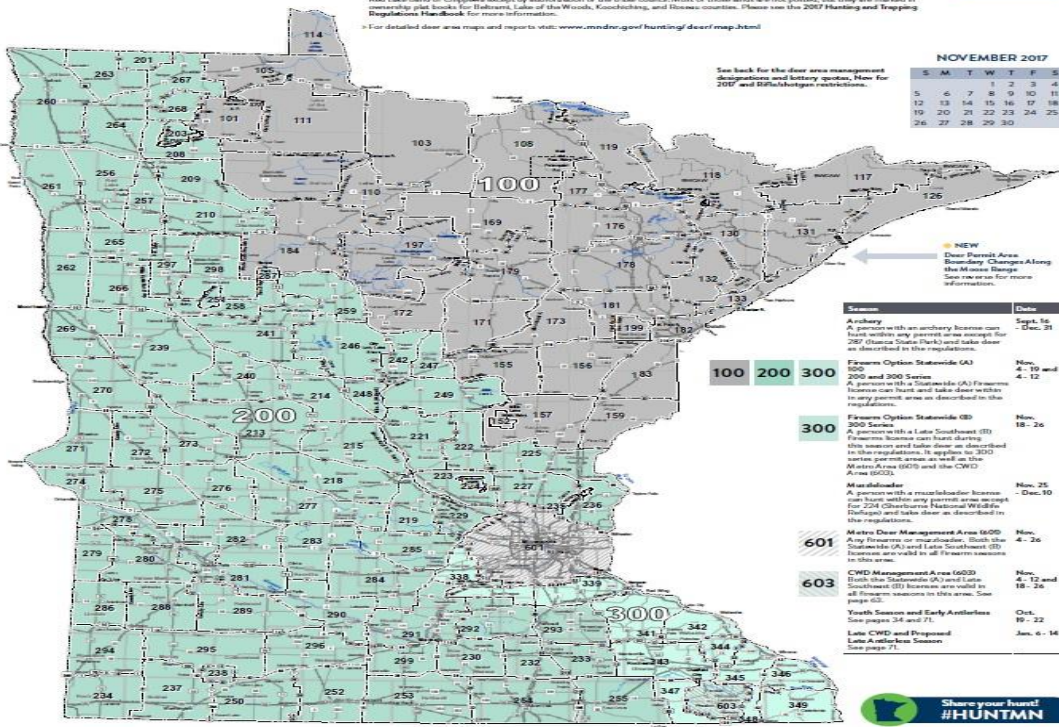


圖 2、2017 年獵鹿季節圖

- 6、明尼蘇達州對於野生動物狩獵採開放式態度，主要獵捕方式分為陷阱、槍枝、弓箭，使用槍枝狩獵者，須強制參加槍枝安全訓練講習，至於野生動物保育及經營管理課程則是自願性質；可參與狩獵之人員年齡則是 12 歲以上即可有條件地參加，這也可以鼓勵親子一同參與，傳承狩獵活動與精神，更重要的是培養民眾熱愛自然、欣賞自然的情感。
- 7、明尼蘇達州 DNR 每年依據前一年度的狩獵回報資料、各所屬研究站野生動物族群變動調查資料、及各相關團體(如農民、保育團體、狩獵團體)意見，安排技術討論會議，討論下年度野生動物狩獵之種類及額度。以麋鹿而言，2017 年的調查結果，發現麋鹿族群似乎已經不足 4,000 隻，遂決定不開放狩獵，而相關研究報告亦會公布給大眾知悉。

(二)狩獵團體訪談

於短期研究期間，接觸明尼蘇達州最大野生動物狩獵團體獵鹿人協會 (Deer Hunters Associate, DHA) 並訪談主要的分會會長。DHA 是明尼蘇達州人數最多的獵人協會，主要狩獵對象為白尾鹿，在明尼蘇達州共有 15 個分會，繳費會員約有 4,000 人；DHA 與 DNR 有建立夥伴關係，若是 DHA 有需要野生動物相關訓練或資訊，DNR 都會予以協助；DHA 亦會配合 DNR 宣

導需求，在辦理會員講習(如火槍講習、狩獵規定、青年狩獵、弓箭講習)時，加以宣導或是邀請 DNR 人員到場宣導；DHA 認為適當的狩獵活動可以協助野生動物經營管理，如配合 DNR 在鹿群過多地區(主要是都會區、農業區)進行狩獵、鹿群過少地區則不狩獵。

主要訪談摘要及重點摘錄如次：

- 1、每年 DHA 總會都會召開會員代表大會(board member meeting)，進行會務宣布、人員交接、狩獵規定意見交換、教育宣導、基金籌募等議題及計畫之意見交換。
- 2、DHA 的經費來源有州政府補助款、個人或公司團體捐款、販售鹿皮等不同管道，除了可以宣傳野生動物狩獵文化、維持協會運作外，亦可推展環境教育，並化解民眾對狩獵是野蠻行為的看法。
- 3、DHA 成員背景多元化，從農夫、工人、教師、學生都有，主要是因為家族傳統、興趣與好奇而參與野生動物狩獵活動，很多成員都是從小就參與狩獵相關的活動，如弓箭訓練、野生動物觀察等。
- 4、DHA 各分會在狩獵季節開始前會辦理所屬會員會議，除聯絡會員感情外，亦說明當年度的新增或修改的狩獵規定(狩獵規定可在 DNR 網站公開取得，DHA 只是協助提醒所屬會員)，同時提供狩獵地區訊息給會員參考(如那些地區可以多獵一些、禁獵)。
- 5、有些不是 DHA 會員的獵人(沒有規定獵人一定要加入狩獵協會才能狩獵)會把所獵到鹿皮捐給 DHA，DHA 各分會於狩獵季節結束後，會辦理環境教育活動，統一整理鹿皮(將皮毛上所附肉屑、組織剔除、洗浸)，再將整理好之鹿皮售出，所得充實會務基金。

(三)印地安保留區自然保育部門訪談

美國原住民自成一個主權國家系統(sov​er​eign nations)，與美國政府並不是隸屬關係，原住民(印地安)保留區在明尼蘇達州共有 11 個(如圖 3)，其中 7 個為阿尼遜阿比保留區(Anishinaabe)、4 個為達可答社區(Dakota)，其中較為活躍的原住民組織為 1854 條約組織(1854 Treaty Authority)，是由位於明州東北方的 Grand Portage 部落及北方的 Bois Forte 部落 2 個阿尼遜阿比保留區部落組成。於短期研究期間，前往 1854 條約組織訪視，主要訪問對象為辦理野生動物狩獵管理及與印地安保留區有關野生動物狩獵業務窗口，藉由與第一線實際從事業務人員交流，得到在推動野生動物狩獵管理與各利益團體間之溝通交流機制建立之技巧。主要訪談摘要及重點摘錄如次：

- 1、有關野生動物經營管理部分，各部落皆有自己的研究團隊(成員有原住民、非原住民)，進行保留區內野生動物資源之調查及監測，其部落會議則會參考監測資料決定來年狩獵的野生動物種類及數量，惟其調查資料並不會定時或完全對外公佈。

- 2、印第安部落成員皆可參與狩獵，惟仍取得身分證(Identification card)，至於可狩獵物種、數量、可狩獵地區亦皆須遵循部落決議規範。
- 3、部落每年都會辦理槍枝安全及獵人講習活動，包括槍枝使用、網具使用等，以培養新血加入並維持印地安人狩獵傳統。
- 4、部落每年都會固定在印地安保留區內進行動植物監測、自然棲地維護、外來種監測與移除，並將這些工作推廣到部落成員，讓部落成員亦成為監測成員，
- 5、雖然每年皆與 DNR 進行技術會議會談以交換資料(動物族群、生態棲地等)，但部落仍有權決定在印地安保留區內的狩獵活動，包含物種、數量、狩獵地區等。如 2017 年 DNR 調查出的麋鹿族群數量低於 4,000 隻，故規定 2017 年不開放麋鹿狩獵額度，但 1854 條約組織仍決定其成員可以在印地安保留區內狩獵麋鹿，當然數量亦比前一年減少很多；另外，DNR 可以視情況需要(如物種瀕危程度、經費額度)向印地安保留區提出購買狩獵權，以經費交換印地安保留區內的狩獵數量，但決定權仍是在印地安部落。

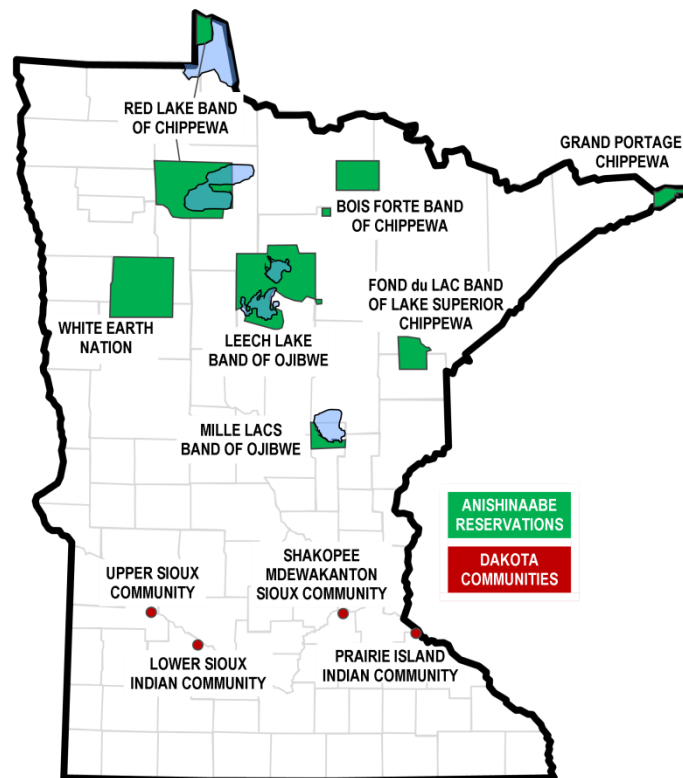


圖 3、明尼蘇達州主要印第安部落分布位置圖

(四)明尼蘇達大學保育科學研究所研討會

本短期研究主要執行地點在明尼蘇達大學保育科學研究所

(Conservation Science Program)，除於指導教授每周固定討論外，並視主題參與該研究所每周的研討會(seminar)，共計參與 10 場研討會，主題包含野生動物經營管理、公民科學、魚類調查及監測等，亦會邀請 DNR 中野生動物專家參與交流。主要研討會重點摘錄如次：

1、野生動物經營管理相關

短期研究期間共計參與 4 場與野生動物經營管理有關之研討會，主題包含食物、疾病、棲地等面向，以明尼蘇達州為例，麋鹿(moose)是主要的大型鹿種，依近來監測資料(由約 15%的麋鹿棲地進行冬季空中調查資料推估，詳附件)發現其族群數量出現顯著減少趨勢，由 2005 年的 8 千 1 百多隻，遞減到 2017 年的 3 千 7 百多隻，期間各研究單位(包括 DNR 本身)均投入相關研究，如降低樣區偵測錯誤，以獲得更準確的族群推估值；如透過無線電追蹤紀錄(Radio-collared，如圖 4)，瞭解麋鹿繁殖期與非繁殖期的棲地偏好，以健全棲地管理維護；如透過死亡個體分析，瞭解麋鹿致死原因，雖然因灰狼等獵食者攻擊，有死亡的案例，比起較交通意外致死比例還低，但大部分為未知的健康因素，如可能感染白尾鹿身上寄生蟲，其他如氣候變遷所引起的夏天高溫，讓自體散熱功能不彰的麋鹿出現生理不適反應，亦有可能是麋鹿族群減少的原因。

Cause-specific non-hunting mortality of 89 radio-collared moose, 2002-2010.

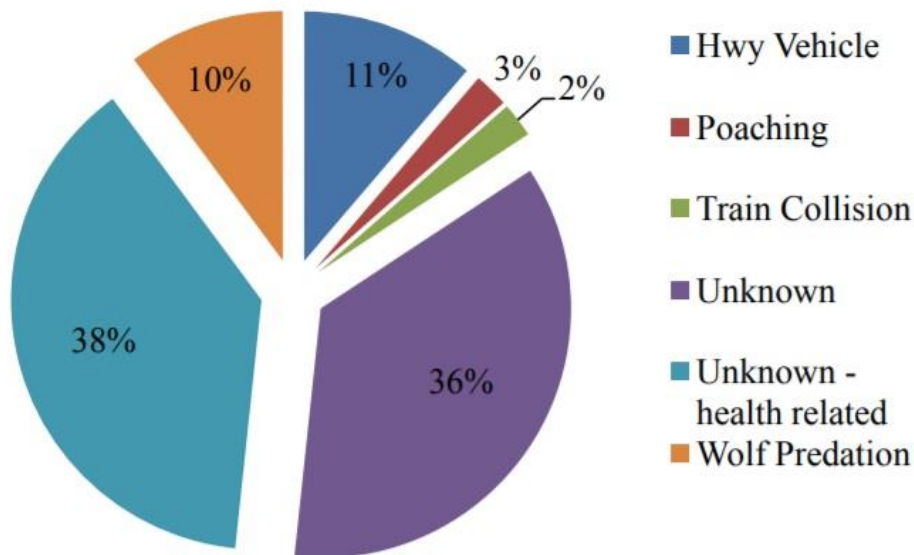


圖 4、2002-2010 年間無線電追蹤之麋鹿因非狩獵因素死亡分析圖

藉由這些科學研究成果，與行政部門 DNR 的交流，讓 DNR 在執行後續野生動物經營管理措施時，能夠更有全面性的思考，如協調林業

經營方式由大面積皆伐方式，調整為較小面積的塊伐方式，以保留更多的棲地給麋鹿使用，並可減緩夏季高溫所帶來的影響；或是保留更多麋鹿喜歡棲息的 20 餘年生的樹林棲地、近水(湖)帶之棲地；或是增加對麋鹿棲地內的白尾鹿的族群數量控制(增加可獵捕數量)，以減少寄生蟲的感染機率；或是增加在主要麋鹿棲地對灰狼的獵捕量，以減少部分來自獵食者的捕食壓力。其他討論有如何增進野生動物調查的統計設計，尤其在面臨經費短絀的今日，以更有效率、節省經費的試驗設計來進行調查，並能符合統計上的要求，達輔助經營管理之效。

2、公民科學領域相關

短期研究期間共計參與 2 場與公民科學領域有關之研討會，主要的重心在如何善用民眾參與科學觀察所得的資料，協助訂定相關的經營管理作為。由於當地居民對於大自然的資源普遍都有欣賞的態度，因此民眾參與的情形相當踴躍，如外來魚種監測、夏季帝王蝶遷移紀錄、冬季候鳥遷移紀錄、市區鳥擊建築物紀錄，而這些參與民眾對計畫的忠誠度都相當高(參與單一計畫超過 10 年以上的民眾相當多，比例超過 60%)、年齡分布大(從中學生到退休人士)，這樣的計畫通常也較能獲得來自州政府的預算支持。

3、魚類調查與監測

短期研究期間共計參與 2 場與魚類調查與監測有關之研討會，由於明尼蘇達州有萬湖之州的美譽，豐富的魚類資源不僅僅是早年印地安人主要的食物來源，更是現代休憩娛樂的重要資源，DNR 每年都會針對主要的湖泊進行魚類監測，並在需要補注的湖泊進行魚苗放流，也會訂定必要的垂釣標準，如過大或過小的某些魚種必須放回、當年度禁釣的湖泊，都會依據每年的調查資料來反映在來年的釣魚規範中；印地安保留區內的重要湖泊也會由部落進行監測，由於只有印第安部落成員可以用魚網捕魚，相關規定(如網具種類、置網時間、可魚撈之魚種及尺寸)則由部落決定並執法。

4、外來種監測

短期研究期間共計參與 2 場與外來種經營管理有關之研討會，明尼蘇達州自然資源豐富，尤其在魚類及野生動物方面，但是隨著現代化的演進，許多外來物種在人類有意無意的行為中，被帶進來明州的自然環境中，也成為近來明州研究單位的新課題。如亞洲鯉魚(Asian carp)在明尼蘇達州以漸漸成為湖泊魚類管理的頭痛課題，此魚種已經入侵到密西西比河流域、五大湖流域，排擠原生魚種的生存空間(捕食魚卵、幼魚)、破壞水質、並滅絕較敏感的物種。目前研究課題中，有試驗用環境用藥來破壞亞洲鯉魚的生殖系統，或是破壞其產卵棲地，減少其產卵成功率；而追蹤其分布擴散情況，除使用捕捉標記法外，

亦有在主要湖泊間水道，檢測湖泊環境中殘留的亞洲鯉魚 DNA 來進行快速檢驗；此外，為了讓大眾瞭解外來種入侵所造成的嚴重性，研究單位在進行野外調查時，也常常募集喜愛釣魚民眾擔任志工一同進行。

伍、討論與建議

美國明尼蘇達州野生動物狩獵制度除規範野生動物狩獵的季節及數量外，同時有收取狩獵證費用作為充實野生動物管理經費外，因為野生動物狩獵所帶動的觀光經濟，每年都為該州帶來數百萬美元之收益。我國野生動物狩獵僅開放給原住民族基於傳統文化祭典需求，雖然沒有收取任何狩獵相關費用，但其他與野生動物相關的生態旅遊如賞鳥，亦可帶動部落經濟、鄉村經濟，如能整體詳加規劃，亦能帶動相當的經濟收益。

明尼蘇達州野生動物管理與狩獵的相關規範執行已超過百年，整體規範已相當制度化且深入人心(當地民眾具相當高的道德水準，對於遵守狩獵、釣魚等規定相當習以為常)，不僅政府單位、狩獵團體都會辦理相關的野生動物保育教育活動，並會至各級學校進行環境教育推廣，真正將野生動物管理與狩獵規範做到落實到生活中，更由衷的珍惜自然環境，我國在推展自然保育觀念及保存原住民狩獵文化工作上，應擷取明尼蘇達州這種提昇居民道德為主方式，讓民眾瞭解野生動物保育或自然保育的價值與意義，才能減少違反野生動物保育案件之發生，亦才能落實自然及野生動物保育。

相較明尼蘇達州各單位對於野生動物經營管理的共識與做法，我國對於野生動物經營管理較為無共識，主管自然保育業務之單位與學術單位之配合與討論常流於形式，無法真正做到以學術研究成果來挹注經營管理之不足；兼之動保團體多流於感性，強調絕對保育，反對野生動物獵捕活動；原住民族對於野生動物之物質需求早已不存在，除部分難忘野味之原住民進行美味之獵外，亦有作為額外經濟收益之行為(某些山產店仍有供應野味給饕客之行為、亦有收集野生動物標本之玩家)，而真正的狩獵文化似乎仍無法被真正的討論與關注。

整合不同單位及團體間的矛盾是政府機關責無旁貸的責任，如何讓這些不同的利益團體好好的交流意見與建立共識，是很重要的一環，卻也是最困難的一環，明尼蘇達州之狩獵規範已執行了百餘年，每年仍然有近 10% 的違獵情事發生，可見野生動物保育與狩獵活動之間仍有落差，我國不可能一蹴可幾的達成或超越明尼蘇達州的水準，但擷取他們的精神，採取開放式態度與方法，增加各個團體間討論的機會，也是提升促進共識的機會。

未來，我國在發展原住民族基於傳統文化狩獵規範之歷程時，應該與科研單位合作，利用科學資料(如族群變動現況)來作為與各利害(益)團體交換意見的基礎，林務局雖然朝向與原住民族部落建立夥伴關係、尊重原住民族部落自主管理的方向進行，規劃讓部落採事前一次申請、事後報備

野生動物狩獵成果的方式進行，但目前可供原住民族狩獵的地區多在國有林地，絕大部分原住民保留地多已從事農業，並無豐富的野生動物資源，而國有林地區的野生動物資源雖然豐富，目前已具備的資料多以野生動物種類為主，缺乏較量化的族群量與族群變化資料，亦尚未建立一套可資參考的動物族群監測方法。

明尼蘇達州 DNR 除與各科研單位合作，單位內亦有相當多研究人員，因此科學研究調查的資料品質相當值得信賴，每年亦會與印地安保留區管理單位(印地安保留區內亦有專職的研究人員進行野生動物族群監測與調查)進行技術聯繫會議、與狩獵團體及保育團體座談，相關資料亦會定期公布，讓科學數據來作為經營管理方向之參考，亦可讓社會大眾明白野生動物資源現況，這樣的合作與夥伴關係是歷經百年的溝通始得達成，我國自然保育機關與原住民族的關係並不穩定，仍需要相當努力才能獲得共識與形成夥伴關係，亦需要與科研單位合作，讓科學資料來做為經營管理決策參考。

我國關於自然保育的行政體制雖然與美國不盡相同，但亦可考量其經營管理模式，配合我國行政體制現況，整合不同機關之執掌與功能，訂定適合我國原住民族基於傳統文化與祭儀之規範。

我國目前僅開放原住民族基於傳統文化及祭典需要而狩獵野生動物，暫時或許無需考慮一般民眾狩獵或是狩獵證規費(及規費用途)的問題。未來，原住民族狩獵之行為除發生於原住民保留地外(由縣市政府管轄)，林務局所轄之國有林班的亦難自身其外，不若儘早規劃因應，以符實際。林務局除應與原住民族委員會針對原民狩獵的方式、欲獵捕動物種類與數量、各部落獵捕地區或是不分部落只分獵捕時間的原民狩獵地區等原則性問題進行協商並取得共識外，更應盡快與科研專家整合出適合我國山區地形及森林覆蓋的野生動物調查方法，並據以執行，建立野生動物族群的基礎資料以因應狩獵行為。

林務局雖然以行政工作為主，但因為員工(職員及技術士)較多，且多接受過相當程度的動植物調查訓練，亦能負擔相當程度的野生動物監測工作(與巡視山林工作結合)，一旦野生動物調查方法確定後，將能夠於短時間獲得幾乎全國的調查資料，不啻為進階版的公民科學(目前林務局僅國有林內之紅外線照相機有持續執行，但因缺乏系統性的規劃，導致難以整合各林管處之野生動物照片資料，無法以系統調查成果呈現，殊為可惜)。

林務局亦應與特有生物研究保育中心(及其他研究單位)合作，定期針對狩獵區域與非狩獵區域進行野生動物監測，瞭解狩獵活動對野生動物族群的影響，並規劃部落獵物資訊的收集，如性別、疾病、重量等，以反饋到後續之經營管理與狩獵規範調整上，如台中苗栗地區的石虎監測調查工作，期間許多成果，不但讓各單位分工合作，且影響了各機關單位調整原本的政策(如道路開發調整、農業用藥調整、保護區設置、石虎基金募集

等)，朝向保育石虎的共同目標，這期間除各單位(林務局、特生中心、屏東科技大學、縣市政府、保育團體)之間的合作與分工，亦激起一般民眾的共鳴，可謂是相當成功的案例。

縣市政府為地方主管機關，自不能自身事外，可惜的是縣市政府除自然保育經費幾乎都等著由中央單位挹注外，亦並無專責專業人員辦理原住民族狩獵野生動物事宜(更晃論第一線受理狩獵申請的鄉鎮公所了)，但至少應能做到承上啟下的功能，亦即對中央單位能如實的反應部落的心情與判別情況的嚴重性，提供正確的資訊供中央單位參考，協助中央單位調整相關的狩獵規範，並協助對部落說明中央狩獵政策的考量與沿革。

學術單位扮演公正的腳色，一方面協助訂定合適的動物監測方法，一方面藉由學術研究成果(如動物族群消長監測、疾病調查、人獸衝突、保育與開發衝突等)，提供野生動物經營管理看法，協助管理機關(中央或地方機關)調整政策及策略，以達多贏結果。

對於部落自主權應加以尊重，但如何將原住民族傳統對於野生動物的觀察智慧轉化為科學調查方式能夠驗證，將是部落能否自主管理野生動物資源的一大挑戰，即便明尼蘇達州劃設有印地安保留區，但部落成員仍有該遵守的狩獵規範，及來自部落內及部落外的研究人員，以科學方式進行野生動物資源調查與監測，因此，我國原住民族想朝部落自主的方式來進行其野生動物狩獵行為，仍不能避免地要以科學驗證的資料來說服行政機關與社會大眾，第一步將是確實記錄所獵捕野生動物之種類與數量，並測量獵物的形質(如性別、重量、發育程度、疾病等)及其他可資追蹤的資料，累積之後將可作為野生動物族群變化資料參考，而建立部落結合傳統與現代科學的野生動物族群監測方法，將可幫助原住民族朝部落自主管理野生動物的方向前進，亦符合里山倡議中認可在地傳統和文化的價值和重要性的意涵，在此意涵下，行政機關與研究單位如何協助部落轉化傳統狩獵知識為科學監測工作，將是成功的關鍵。

綜此，本短期研究大膽提出以林務局為主體，成立原住民族狩獵規範任務編組，行政上採跨部會及團體合作、結合研究單位建立野生動物監測制度、收集部落狩獵野生動物資訊、定期技術聯繫會議、公布狩獵區資訊及監測報告等；而部落除狩獵自主外，亦應建立野生動物監測方法，定期公布狩獵及監測報告。主要規劃架構如圖 5:

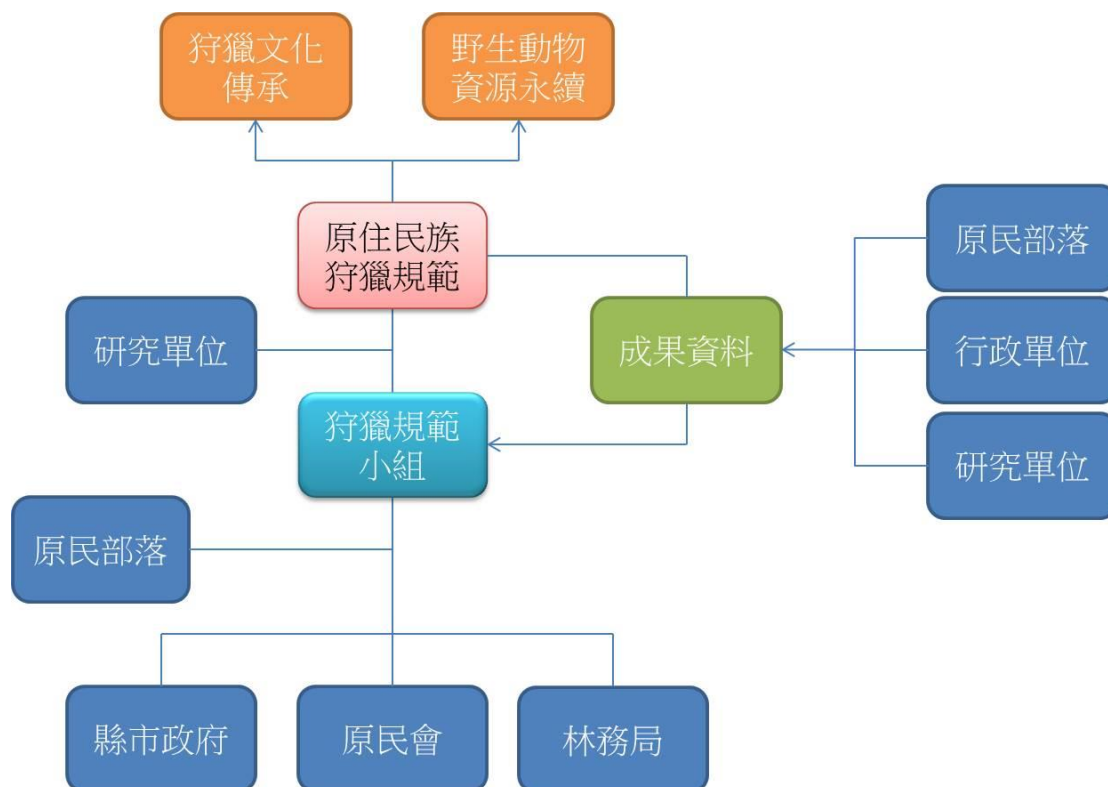


圖 5、原住民狩獵與共管架構圖

陸、結論

以里山倡議精神來討論，明尼蘇達州政府確實做到認可在地傳統和文化的價值和重要性，DNR 亦有專人負責與部落維持溝通管道，每年亦會不定期辦理交流研習，主要是溝通野生動物狩獵種類及數量、營業或文化活動，更重要的是尊重原住民族的自主權利。由於我國原住民族目前並不像美國印第安部落在美國是次國家地位(subnation)，在印地安保留區內具有政治及行政權，因此，我國在規劃原住民族自主管理野生動物狩獵規範時，可以委託方式辦理，一方面協助原民部落成立具管理自然資源能力的團隊，一方面在行政工作上訂定原住民族狩獵規範，以合作的方式來進行，而管理廣大國有林地地區的林務局則需肩負起開創、輔導、團隊的角色。

柒、附件

明尼蘇達州 2017 年麋鹿調查報告



2017 Aerial Moose Survey

Glenn D. DelGiudice, Forest Wildlife Populations and Research Group

Introduction

Each year we conduct an aerial survey in northeastern Minnesota to estimate the moose (*Alces americanus*) population and to monitor and assess changes in the overall status of the state's largest deer species. Specifically, the primary objectives of this annual survey are to estimate moose abundance, percent calves, and calf:cow and bull:cow ratios. These demographic data help us to 1) best determine and understand the population's long-term trend (decreasing, stable, or increasing), composition, and distribution; 2) set the harvest quota for the subsequent State hunting season (when applicable); 3) with research findings, improve our understanding of moose ecology; and 4) otherwise contribute to sound future management strategies.

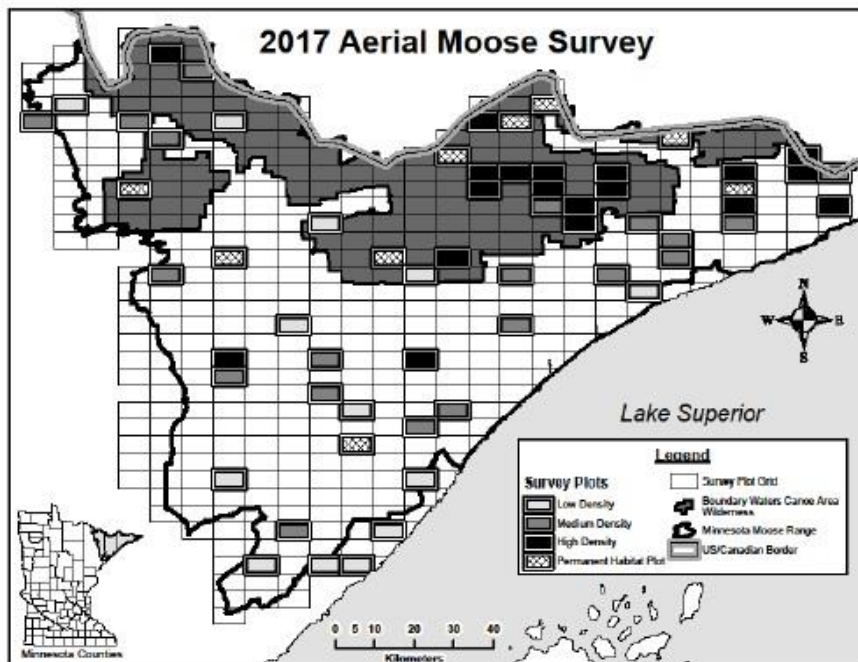
Methods

The survey area is approximately 5,985 mi² (almost 4 million acres, Lenarz 1998, Giudice et al. 2012). We estimate moose numbers, and age and sex ratios by flying transects within a stratified random sample of the 436 total survey plots that cover the full extent of moose range in northeastern Minnesota (Figure 1). To keep the stratification current, all survey plots are reviewed and re-stratified as low, medium, or high moose density about every 5 years based on past survey observations of moose, locations of recently harvested moose, and extensive field experience of moose managers and researchers. The most recent re-stratification was conducted in November 2013 for the 2014 Survey. In addition, individual plots are re-stratified after each annual survey if observations warrant. Survey plots are classified as low, medium, or high based on whether ≤ 2 , 3–7, or ≥ 8 moose, respectively, would be expected to occur in a specific plot. Stratification is most important to optimizing precision of our survey estimates. In 2012, we added a 4th stratum represented by a series of 9 plots (referred to as "habitat plots") which have already undergone, or will undergo, significant disturbance by wildfire, prescribed burning, or timber harvest. These same 9 plots are surveyed each year in an effort to better understand moose use of disturbed areas and evaluate the effect of forest disturbance on moose density over time. In total, we surveyed 52 (43 randomly sampled and the 9 habitat plots) of the 436 plots this year.

All 436 survey plots in the grid (designed in 2005) are 13.9-mi² rectangles (5 x 2.77 mi), oriented east to west, with 8 flight-transects evenly spaced 0.3 mi apart. Minnesota Department of Natural Resources (MNDNR) Enforcement pilots flew the 2 helicopters used to conduct the survey—1 Bell Jet Ranger (OH-58) and 1 MD500E. We determined the sex of moose using the presence of antlers or the presence of a vulva patch (Mitchell 1970), nose coloration, and bell size and shape. We identified calves by size and behavior. We used the program DNRSurvey on tablet-style computers (Toughbook®) to record survey data (Wright et al. 2015). DNRSurvey allowed us to display transect lines superimposed on aerial photography, topographical maps, or other optional backgrounds to observe each aircraft's flight path over the selected background in *real time*, and to efficiently record data using a tablet pen with a menu-driven data-entry form. Two primary strengths of this aerial moose survey are the consistency and standardization of the methods since 2005 and the long-term consistency of the survey team's personnel, survey biometrician, and GIS specialists.

We accounted for visibility bias using a sightability model (Giudice et al. 2012). This model was developed between 2004 and 2007 using adult moose that were radiocollared as part of a study of survival and its impact on dynamics of the population (Lenarz et al. 2009, 2010). Logistic regression indicated that “visual obstruction” (VO) was the most important covariate in determining whether radiocollared moose were observed. We estimated VO within a 30-ft radius (roughly 4 moose lengths) of the observed moose. Estimated VO was the proportion of a circle where vegetation would prevent you from seeing a moose from an oblique angle when circling that spot in a helicopter. If we observed more than 1 moose (a group) at a location, VO was based on the first moose sighted. We used uncorrected estimates (no visibility bias [sightability] correction) of bulls, cows, and calves, adjusted for sampling, to calculate the bull:cow and calf:cow ratios at the population level (i.e., using the combined ratio estimator; Cochran 1977:165).

Figure 1. Moose survey area and 52 sample plots flown in the 2017 aerial moose survey.



Results and Discussion

The survey was conducted from 5 to 14 January 2017. It consisted of 8 actual survey days, and as in 2014, 2015, and 2016, it included a sample of 52 survey plots. This year, based on optimal allocation analyses, we surveyed 10 low-, 17 medium-, and 16 high-density plots, and the 9 permanent or habitat plots (Giudice 2017). Generally, 8" of snow cover is our minimum threshold depth for conducting the survey. Snow depths were 8–16" and >16" on 27% and 73% of the sample plots, respectively. Overall, survey conditions were rated as good for 90% and fair for 10% of the plots when surveyed. Average survey intensity was 50 minutes/plot (13.9 mi²) and ranged from 41 to 65 minutes/plot (Giudice 2017).

This year a total of 508 moose were observed on 47 (90%) of the 52 plots surveyed (a total 723 mi²), almost identical to the 506 moose observed on 47 of 52 plots during the 2016 survey. Similarly, an average of 10.8 moose (range = 1–39) were observed per “occupied” plot. Plot occupancy during the past 13 years averaged 81% (range = 65–95%) with a mean 11.8 moose observed per occupied plot. This year’s 508 observed moose included 206 bulls, 217 cows, 74 calves, and 11 unclassified adults. Overall, estimated VO averaged 34% (range = 0–90%) and average estimated detection probability was 0.63 (range = 0.20–0.85); both were comparable to those of previous years.

After adjusting for sampling and sightability, we estimated the population in northeastern Minnesota at 3,710 (3,010–4,710, 90% confidence interval [CI]) moose (Table 1, Figure 2). As can be noted from the 90% confidence intervals associated with the population point estimates, statistical uncertainty inherent in aerial wildlife surveys can be quite large, even when surveying large, dark, relatively conspicuous animals such as moose against a white background during winter. This is attributable to the varied (1) occurrence of dense vegetation, (2) habitat use by moose, (3) behavioral responses to aircraft, (4) effects of annual environmental conditions (e.g., snow depth, ambient temperature) on their movements, and (5) interaction of these and other factors. Consequently, year-to-year statistical comparisons of population estimates are *not* supported by these surveys. These data are best suited to establishing long-term trends; even short-term trends must be viewed cautiously.

Past aerial survey and research results have indicated that the long-term trend of the population in northeastern Minnesota has been declining since 2006 (Lenarz et al. 2010, DelGiudice 2016). The current population estimate is 58% less than the estimate in 2006 and the declining linear trend during the past decade remains statistically significant ($r^2 = 0.80$, $P < 0.001$, Figure 2). However, the leveling since 2012 persists, and a piecewise polynomial curve indicates that the trend from 2012 to 2017 is not declining (Figure 3). While this recent short-term trend is noteworthy, it applies only to the existing survey estimates, not the future trajectory of the population (Giudice 2017).

Table 1. Estimated moose abundance, 90% confidence intervals, calf:cow ratios, percent calves in the population, percent cows with twins, and bull:cow ratios estimated from aerial surveys in northeastern Minnesota, 2005–2017.

Survey	Estimate	90% Confidence Interval	Calf: Cow	% Calves	% Cows w/ twins	Bull: Cow
2005	8,160	6,090 – 11,410	0.52	19	9	1.04
2006	8,840	6,790 – 11,910	0.34	13	5	1.09
2007	6,860	5,320 – 9,100	0.29	13	3	0.89
2008	7,890	6,080 – 10,600	0.36	17	2	0.77
2009	7,840	6,270 – 10,040	0.32	14	2	0.94
2010	5,700	4,540 – 7,350	0.28	13	3	0.83
2011	4,900	3,870 – 6,380	0.24	13	1	0.64
2012	4,230	3,250 – 5,710	0.36	15	6	1.08
2013	2,760	2,160 – 3,650	0.33	13	3	1.23
2014	4,350	3,220 – 6,210	0.44	15	3	1.24
2015	3,450	2,610 – 4,770	0.29	13	3	0.99
2016	4,020	3,230 – 5,180	0.42	17	5	1.03
2017	3,710	3,010 – 4,710	0.36	15	4	0.91

The January 2017 calf:cow ratio of 0.36 is low but similar to the 12-year average since 2005 (0.35, Table 1, Figure 4). Calves were 14.5% of the total 508 moose actually observed and represented 15% of the estimated population (Table 1, Figure 4). Twin calves were observed with 9 of the 217 (4%) cow moose (Table 1). Overall, survey results indicate calf survival to January 2017 is low, but it is typical compared to most years since the population decline began following the 2006 survey. Findings of an ongoing moose calf study also indicate similar survival rates (0.442–0.485) in early winter in 2015–16 and 2016–17 (Severud et al., unpublished data; Obermoller et al., unpublished data). Annual recruitment of calves can have a significant influence on population performance of moose, but it is not actually determined until the next spring's calving season when calves observed during winter become yearlings. One study documented average survival of calves from January to April (2005–2011) in northeastern Minnesota at 59% (39.6–78.4, 90% CL; Schrage et al., unpublished data). This spring a helicopter calf survey targeting adult GPS-collared females that were known to be pregnant during the spring 2016 calving season will shed additional light on annual calf survival (recruitment). It also is important to note that adult moose survival has the greatest long-term impact on annual changes in the moose population (Lenarz et al. 2010). Consistent with the recent relative stability of the population trend, the annual survival rate of adult GPS-collared moose has changed little (85–88%) during the past 3 years (Carstensen et al. 2017, unpublished data), but it is slightly higher than the previous long-term (2002–2008) average of 81% (Lenarz et al. 2009).

The estimated bull:cow ratio (0.91, Table 1; Figure 5) is similar to the long-term mean of 0.98 during 2005–2016. However, there has been a great deal of annual variability associated with the bull:cow ratios, consequently, they exhibit no clear upward or downward long-term trend.

Figure 2. Point estimates, 90% confidence intervals, and a linear trend line of estimated moose abundance in northeastern Minnesota, 2005–2017. (Note: The 2005 survey was the first to be flown with helicopters and to include a sightability model and a uniform grid of east-west oriented rectangular 13.4-mi² plots).

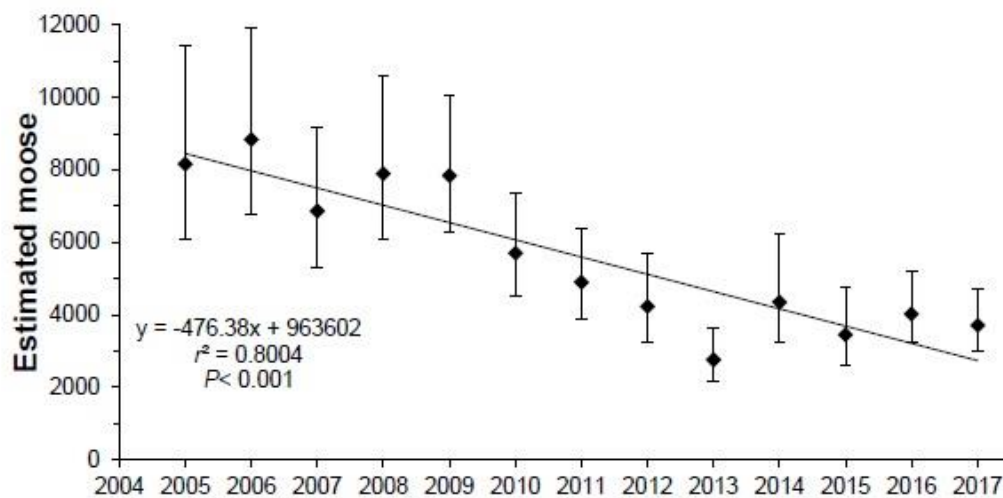


Figure 3. Point estimates, 90% confidence intervals, and a piecewise polynomial curve of moose abundance in northeastern Minnesota, 2005–2017. This curve shows a change in the short-term slope of the trend from 2012 to 2017 compared to 2009 to 2012.

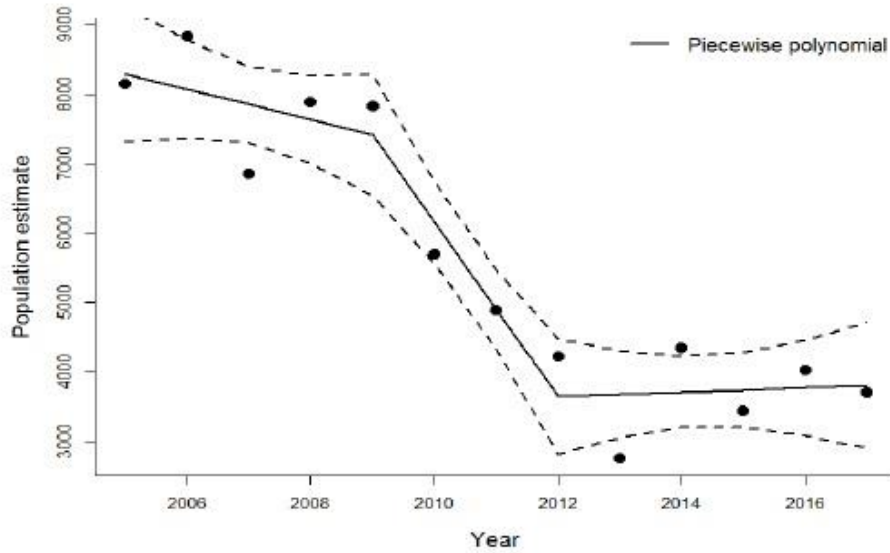


Figure 4. Estimated calf:cow ratios (solid diamonds, dashed trend line) and percent calves (open squares, solid trend line) of the population from aerial moose surveys in northeastern Minnesota, 2005–2017.

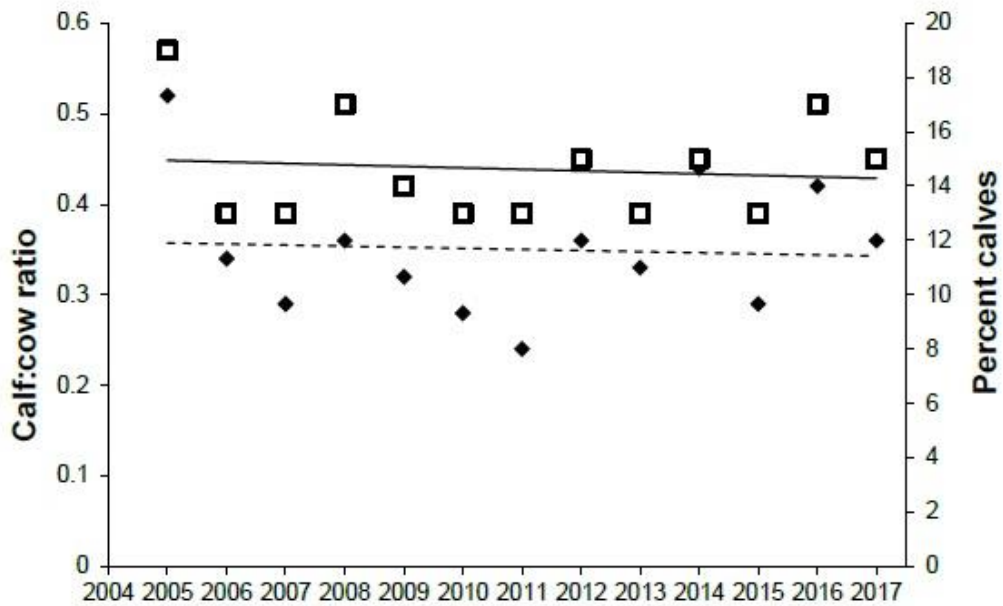
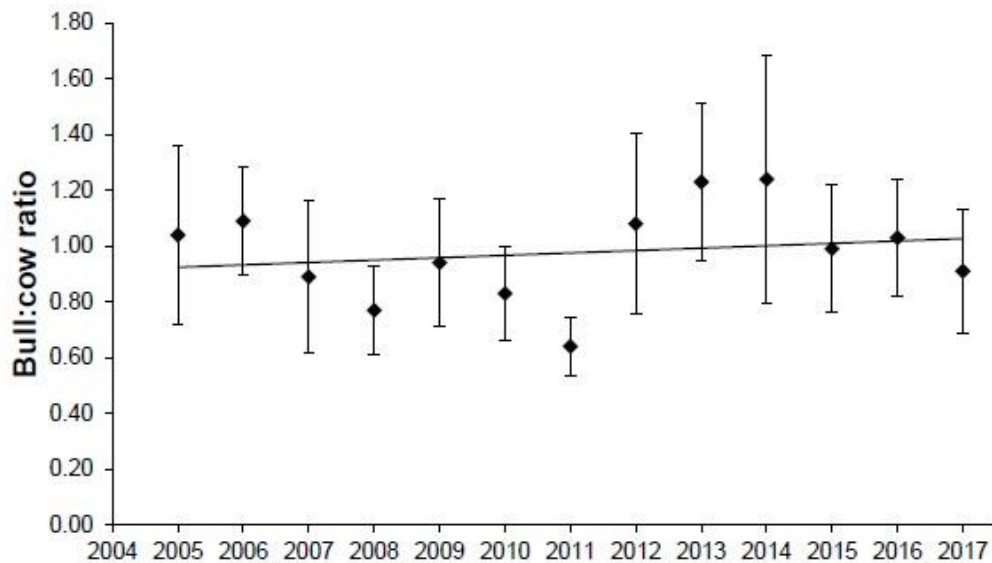


Figure 5. Estimated bull:cow ratios, 90% confidence intervals, and trend line from aerial moose surveys in northeastern Minnesota, 2005–2017.



Acknowledgments

This survey is an excellent partnership between the Divisions of Enforcement and of Fish and Wildlife, the Fond du Lac Band of Lake Superior Chippewa, and the 1854 Treaty Authority. Specifically, thank you to Thomas Buker, Chief Pilot, for coordinating all of the aircraft and pilots; Tom Rusch for coordinating flights and survey crews; and Mike Schrage (Fond du Lac Band of Lake Superior Chippewa) and Andy Edwards (1854 Treaty Authority) for securing supplemental survey funding from their respective groups. Enforcement pilots Brad Maas and John Heineman skillfully piloted the aircraft during the surveys, and Tom Rusch, Andy Edwards, Mike Schrage, Nancy Hansen, and Jeremy Maslowski flew as observers. The consistent annual efforts of these teams contribute to the rigor of this survey and the comparability of long-term results, and are greatly appreciated. Thank you to John Giudice who continues to provide critical statistical consultation and analyses, and to Barry Sampson for creating the process to generate the GIS survey maps and GPS coordinates for the transect lines and for his work on re-stratification of the survey plots. We gratefully acknowledge Bob Wright, Brian Haroldson, and Chris Pouliot for creating the program, DNRSurvey. Bob also modifies the software as needed and each year provides refresher training for survey observers using DNRSurvey. The efforts of all of these people contribute to survey improvements. This report has been reviewed by Paul Telander, Lou Comicelli, Mike Larson, Mike Schrage, and Andy Edwards.

Literature Cited

- Cochran, W. G. 1977. Sampling techniques. Third edition. Wiley and Sons, New York, USA.
- DelGiudice, G. D. 2016. 2016 Aerial moose survey. Minnesota Department of Natural Resources, Section of Wildlife, unpublished report. St. Paul, Minnesota. 6pp.
- Fieberg, J. 2012. Estimating population abundance using sightability models: R sightability model package. *Journal of Statistical Software* 51:1–20.

- Gasaway, W. C., and S. D. DuBois. 1987. Estimating moose population parameters. *Swedish Wildlife Research (Supplement)* 1:603–617.
- Giudice, J. H., J. R. Fieberg, M. S. Lenarz. 2012. Spending degrees of freedom in a poor economy: a case study of building a sightability model for moose in northeastern Minnesota. *Journal of Wildlife Management* 76:75–87.
- Giudice, J. H. 2017. Analysis report: 2017 MNDNR aerial moose survey. Biometrics Unit, Section of Wildlife, Minnesota Department of Natural Resources, St. Paul.
- Lenarz, M. S. 1998. Precision and bias of aerial moose surveys in northeastern Minnesota. *Alces* 34:117–124.
- Lenarz, M. S., M. E. Nelson, M. W. Schrage, and A. J. Edwards. 2009. Temperature mediated moose survival in northeastern Minnesota. *Journal of Wildlife Management* 73:503–510.
- Lenarz, M. S., J. Fieberg, M. W. Schrage, and A. J. Edwards. 2010. Living on the edge: viability of moose in northeastern Minnesota. *Journal of Wildlife Management* 74:1013–1023.
- Mitchell, H.B. 1970. Rapid aerial sexing of antlerless moose in British Columbia. *Journal of Wildlife Management* 34: 645–646.
- R Development Core Team. 2011, R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Version 2.13.1, ISBN 3-900051-07-0 <http://www.r-project.org/>.
- Wright, R. G., B. S. Haroldson, and C. Pouliot. 2015. DNRSurvey – Moving map software for aerial surveys. <http://www.dnr.state.mn.us/mis/gis/DNRSurvey/DNRSurvey.html>

捌、參考文獻

1. 王穎，2012a，丹大野生動物重要棲息環境中大型野生動物族群監測，行政院農業委員會林務局保育研究系列 101-02 號。
2. 王穎，2012b，建立紅葉部落參與延平事業區第 18 林班及鄰近地區動物監測及資源協同管理計畫 (1/3)，行政院農業委員會林務局保育研究系列 101-19 號。
3. 夏榮生、黃群策、許曉華、張弘毅、李光中，2015，推動台灣里山倡議的策略架構芻議，台灣林業 41(1):38-46。
4. 翁國精，2012，旗山事業區 46-52 林班內動植物資源調查及資料分析，行政院農業委員會林務局保育研究系列 101-09 號。
5. 傅君，2010，台東縣原住民族傳統文化、祭儀與狩獵行為等傳統知識調查計畫-排灣族、魯凱族，行政院農業委員會林務局保育研究系列 99-16 號。