

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三) 內政部營建署墾丁國家公園管理處委託研究報告(99年度)

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散
暨烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)
**A study of the dispersal of Chinese and
Taiwan Bulbuls and the feasibility of
establishing Taiwan Bulbul Protection zone
in Kenting National Park. (III)**

內政部營建署墾丁國家公園管理處委託研究報告

中華民國96年12月

PG9605-0311

**墾丁國家公園烏、白頭翁擴散
暨烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)**
**A study of the dispersal of Chinese and
Taiwan Bulbuls and the feasibility of
establishing Taiwan Bulbul Protection zone
in Kenting National Park. (III)**

受委託者：中華民國國家公園學會

研究主持人：許育誠

協同主持人：劉小如

研究助理：胡文寅

內政部營建署墾丁國家公園管理處委託研究報告

中華民國96年12月

目次

表次	III
圖次	
V	
中文摘要	VII
英文摘要	IX
第一章 緒論	1
第一節 研究緣起與背景	1
第二節 研究工作內容	2
第二章 研究方法及過程	3
第一節 研究地區	3
第二節 研究目的及方法	3
第三章 研究結果	7
第一節 烏、白頭翁的性別鑑定與微衛星基因座的篩選	7
第二節 烏、白頭翁的族群分化與雜交個體的檢測	10
第四章 結論與建議	15
第一節 討論與結論	15
第二節 建議	18
致謝	25
附錄一 評審會議紀錄	27
附錄二 期中簡報會議紀錄	37
附錄三 期末簡報會議紀錄	49
參考書目	59

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨
烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)

表次

表 1 九組微衛星基因座在烏、白頭翁和『烏頭亞型』的對
偶基因數、雜合度 (heterozygosity) 的觀測值 (H_o)
與期望值 (H_e) 7

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨
烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)

圖次

圖 1	九組微衛星基因座在族群中平均每基因座的對偶基因數、出現頻率大於 5% 的對偶基因數，及族群特有的對偶基因數	9
圖 2	各樣本在關連性分析主要二個軸的分佈情形	11
圖 3	各樣本在關連性分析第一軸的分佈情形	12
圖 4	各樣本在關連性分析第二軸的分佈情形	13
圖 5	南仁山生態保護區範圍內適合烏頭翁的棲息範圍	20

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨
烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)

摘要

關鍵詞：烏頭翁、白頭翁、雜交、微衛星

一、研究緣起

本研究之目的為開發適用於烏、白頭翁的遺傳標記，以建立一套能區分烏、白頭翁的微衛星基因座，並將之用於雜交個體的偵測，並試圖解析墾丁地區特有的『烏頭亞型』個體，是否為雜交所產生的後代。

二、研究方法及過程

本研究針對目前已經發表的鳥類微衛星基因座中，篩選出適用於烏、白頭翁的遺傳標記。共分析來自五種鳥、共 73 對的微衛星基因座引子後，找出其中有 39 對引子可在烏、白頭翁中以聚合酶連鎖反應增幅。以螢光標記這些引子，進行這些基因座在烏、白頭翁的多型性測試顯示只有九組基因座在烏、白頭翁或『烏頭亞型』個體中具有多型性，排除不符合哈地-溫伯格平衡的二基因座和在烏頭翁及白頭翁中沒有變異的一個基因座後，共有六個微衛星基因座可供進行遺傳分析。

三、重要發現

微衛星基因座篩選的結果顯示這些引子跨種測試的適用性很低，只有 12.33%，即使具多型性的微衛星基因座，其雜合度也不高。平均而言，平均每基因座的對偶基因數為 2.89-3.67 個，雜合度的觀測值為 0.236-0.433，期望值則為 0.308-0.409。由於這些基因座的多型性不高，致使其應用於區分烏、白頭翁的效果並不明顯。烏、白頭翁之間的分化程度 F_{ST} 在六組適用的微衛星基因座中只有 0.021，貝氏分群測試的結果以建議所有分析的樣本應數同一族群。然而，關連

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨
烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)

性分析的結果則顯示雖然能解釋的變異量有限，但烏、白頭翁和烏頭亞型三者在各軸的分佈上有顯著的差異，其中以烏頭翁和白頭翁的分化程度較明顯，烏頭亞型的遺傳組成則介於二者之間。

四、主要建議事項

綜合過去的研究成果，對於未來烏頭翁的保育工作，我們提出四項建議：

中長期性建議—研擬烏頭翁保護區的劃設。

主辦機關：墾丁國家公園管理處

立即可行建議—建立園區內白頭翁和雜交個體的通報機制。

主辦機關：墾丁國家公園管理處

協辦機關：民間保育團體、當地學校

中長期性建議—進行白頭翁和雜交個體的移除工作。

主辦機關：墾丁國家公園管理處

協辦機關：屏東縣野鳥學會、高雄市野鳥學會等

中長期性建議—利用移除作業所捕獲的個體，進行教育及研究工作。

主辦單位：墾丁國家公園管理處

協辦單位：屏東縣野鳥學會、國立自然科學博物館、鳥類相關的研究單位

ABSTRACT

Keywords: Taiwan Bulbul, Chinese Bulbul, hybridization, microsatellite

The main focus of this study is to develop a set of microsatellite markers and to use these markers on the distinguishing of the Taiwan Bulbul, Chinese Bulbul and their hybrids. We have screened 73 primer pairs developed from six species of birds and found 39 of them could be amplified by polymerase chain reaction. Polymorphism test of these markers resulted to only nine polymorphic loci (12.33 %) in Taiwan Bulbul, Chinese Bulbul and/ or the “sub-typed Taiwan Bulbul”. After excluding two loci which were not in Hardy-Weinberg equilibrium, and one locus which was monomorphic in both Taiwan Bulbul and Chinese Bulbul, only six polymorphic loci were used in the subsequent analyses. The mean number of allele per locus were from 2.89 to 3.67, mean observed heterozygosity ranged from 0.236 to 0.433, and mean expected heterozygosity ranged from 0.308 to 0.409. No significant population differentiation were found on the three populations (Taiwan Bulbul, Chinese Bulbul and the “sub-typed Taiwan Bulbul”), as revealed by low F_{st} value and the result of Bayesian population assignment test. However, the result of

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨
烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)

correspondence analysis showed significant difference of the three populations on both axes (CA1 and CA2). This indicated that these markers might be able to distinguish Taiwan Bulbul and Chinese Bulbul. With more polymorphic markers been applied, we might be able to use this marker set to distinguish these two bulbuls and identify their hybrids.

For the conservation of the endemic Taiwan Bulbul, we argue: 1. to set up protected areas for this species ; 2. to encourage local people and bird watchers to report the sightings of Chinese Bulbuls and hybrids in the Kenting National Park area, especially those who appear in the protected area; 3. to conduct removal practice in the Park area to remove Chinese Bulbuls and hybrids; and 4. to make good use of the removed individuals in education and scientific research.

第一章 緒 論

第一節 研究緣起與背景

烏頭翁(*Pycnonotus taivanus*)及白頭翁(*P. sinensis*)是兩種外型極為相似的鶇科鳥類，前者為臺灣特有種，僅分佈臺灣東部和恆春半島地區，後者則普遍分佈於亞洲東部，在臺灣本島則見於西半島。近年來因為相近種白頭翁入侵烏頭翁分布區並與之雜交，使其族群之存續受到威脅（劉 1990、1991、2003），因此，保護純種烏頭翁是保育臺灣生物多樣性資源的重要工作。墾丁國家公園是烏頭翁的主要分佈區之一，區內的棲地環境極適合烏頭翁的生存，加上國家公園的管理體系、法源依據、以及相對上較充足的保育人力，推動烏頭翁的保育工作應較其他地區有更高的成功機會。墾丁國家公園近年來針對區內烏頭翁的分佈調查結果發現：區內純種烏頭翁的比例有減少的現象，烏、白頭翁雜交個體所佔的比例逐漸增加。在 2005 年的調查中也發現在墾丁地區有些烏頭翁個體外型上與純種個體有微小差異（『烏頭亞型』），其頰、眼先至耳羽呈灰白色，不似臺東地區的烏頭翁之頰、眼先至耳羽部分黑白分明（劉 2005）。部分雜交子代可由外型直接確定，但若雜交個體經過和純種烏頭翁（或白頭翁）數代的回交後，可能已無法由外型準確地確認是否有基因滲入的現象，因此，藉由遺傳組成的分析，將有助於我們瞭解在墾丁地區特有的『烏頭亞型』是否曾經有白頭翁的基因滲入。本計畫為持續第 1 年及第 2 年之研究成果，嘗試利用分子遺傳標記和技術探討烏頭翁與白頭翁的雜交現象，以保育遺傳學的角度提供國家公園關於烏頭翁保育工作所需的遺傳資料，以作為未

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨
烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)

來經營管理需求上的依據。

第二節 研究工作內容

本研究擬針對烏頭翁與白頭翁的雜交現象，進行保育遺傳學的研究。首先發展出一套能區分純種烏頭翁與白頭翁的遺傳標記，再利用此標記偵測墾丁國家公園內白頭翁基因滲入烏頭翁的程度，期能更精確地瞭解墾丁國家公園烏頭翁與白頭翁的雜交現況。此外，本研究也將總結過去三年的研究成果，針對烏頭翁未來的保育工作提出建議。

第二章 研究方法及過程

第一節 研究地區

本研究團隊從 1990 年開始，即針對烏頭翁和白頭翁的雜交現象進行一系列研究，其間已搜集許多烏頭翁和白頭翁的 DNA 樣本。其中，烏頭翁採自臺東縣東河鄉和卑南鄉，白頭翁則採自臺北市南港區及苗栗獅潭鄉，這幾個地區在採樣之前均未被發現疑似有雜交個體出現，故使用這些 DNA 作為純種烏頭翁和白頭翁的樣本，進行多型性微衛星 (microsatellite) 基因座的篩選和測試。研究墾丁地區白頭翁基因滲入烏頭翁所需的樣本，則使用過去在墾丁地區所採得的樣本。

第二節 研究目的及方法

各項研究目的及方法如下

一、烏頭翁、白頭翁的 DNA 萃取與性別鑑定

首先自我們過去在烏、白頭翁的研究所收集的血液樣本庫中，各取出 40 隻白頭翁、40 隻烏頭翁，以及 16 隻在墾丁地區採集的『烏頭亞型』個體，以 Gemmell and Akiyama (1996) 所發展的方法萃取 DNA。再以 Hörnfeldt 等人 (2000) 所設計的一對引子 (primer) (2550F/2718R)，藉用聚合酶連鎖反應 (polymerase chain reaction, 以下簡稱 PCR) 增幅性染色體上的 CHD 基因片段。每一 PCR 的反應體積為 20 ul，其中包含約 60 ng DNA、各 0.3 mM

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨
烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)

的一對引子、0.5 mM dNTP、10 mM Tris-HCL, pH 9.0、50 mM KCL、0.01% (w/V) gelatin、0.1% Triton X-100、0.4 unit 的聚合酶 (Pro Taq DNA polymerase, Protech)。PCR的作用溫度如下：首先在 94 °C 中反應 3 分鐘使雙股DNA的兩股變性解開 (denaturing)，接著進行 34 次增幅循環，每一循環包括：94 °C 中 30 秒解開雙股DNA、46 °C 中作用 40 秒使模版DNA與引子鏈合 (annealing)、72 °C 中作用 50 秒進行DNA之複製延伸反應 (extension)，最後再於 72 °C 中反應 5 分鐘進行最後延伸反應。PCR所增幅的 DNA 片段以 1% 的瓊脂糖凝膠 (agarose gel) 進行電泳 (electrophoresis)，電泳後的膠片再以溴化乙菲錠(ethidium bromide) 染色，最後於紫外光下進行顯像與拍照。瓊脂糖凝膠電泳的結果若顯示在約 700 bp 和 500 bp 處出現PCR產物片段者則為雌性，若只在 500 bp 處出現PCR片段者則為雄性。

二、遺傳標記的篩選

在本研究中，我們以微衛星基因座作為偵測烏、白頭翁雜交的遺傳標記。首先自目前已經篩選出的鳥類微衛星基因座中，測試這些基因座的引子是否適用於烏頭翁和白頭翁。共已測試來自五種鳥，共 73 對引子，其中 22 對來自大山雀 (*Parus major*) (Saladin *et al.* 2003)、8 對來自青山雀 (*Parus caeruleus*) (Dawson *et al.* 2000)、19 對來自青背山雀 (*Parus monticolus*) (Wang *et al.* 2005)、18 對來自繡眼畫眉 (*Alcippe morrisonia*) (李壽先，未發表資料)、6 對來自藪鳥 (*Liocichla steerii*) (Yeung *et al.* 2004)。對於測試結果可增幅出烏頭翁和白頭翁的 DNA 片段的引子，則將其前端引子

的 5'端以 HEX, FAM 或 NED 等螢光標記後，先以六隻烏頭翁和六隻白頭翁的 DNA 為受試對象，測試這些基因座在烏、白頭翁是否具有多型性。

三、烏、白頭翁微衛星基因型的判定與資料分析

對於上述初步測試結果具有多型性的基因座，我們以 37 隻白頭翁、32 隻烏頭翁和 16 隻『烏頭亞型』個體進行基因型的判定。先將這些樣本的 DNA，以具螢光標記的引子進行 PCR 增幅微衛星基因座後，利用 ABI Prism 3730 自動定序儀 (Applied Biosystems) 進行毛細管電泳反應，再以 GeneMapper v3.0 (Applied Biosystems) 軟體進行基因型的判定，以確定每一個體在該基因座上的對偶基因。

將所有個體基因型資料，首先利用 GENEPOP (Raymond & Rousset 1995) 檢視在各族群中，兩兩基因座之間是否存在著連鎖不平衡 (linkage disequilibrium) 的情形。再以 GenAlEx 6 (Peakall & Smouse 2006) 計算各基因座在烏頭翁、白頭翁和『烏頭亞型』等族群中雜合度 (heterozygosity) 的觀測值 (observed heterozygosity, H_o) 與期望值 (expected heterozygosity, H_e)，並據此測試該基因座是否處於哈地-溫伯格平衡 (Hardy-Weinberg equilibrium)。此外，並計算在每族群中每一基因座的平均對偶基因數 (average observed number of alleles per locus, N_a)、出現頻率大於 5% 的對偶基因數 (N_a with frequency > 5%)、以及平均每基因座中某族群特有的對偶基因數 (average number of private alleles per locus) 等參數。我們也使用 GenAlEx 6 中的進行分子變方分析 (Analysis of Molecular

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨
烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)

Variance, AMOVA) 計算各個微衛星基因座在烏頭翁、白頭翁和烏頭亞型之間的 F_{ST} 值。在哈地—溫伯格平衡、 F_{ST} 值估算和連鎖不平衡的測試中，我們使用 Sequential Bonferroni adjustment 來校正多重比較的 α 值。

對於符合哈地—溫伯格平衡的六個微衛星基因座，以 STRUCTURE v2.2 軟體，利用各基因座中對偶基因的分布頻率進行貝氏分群測試 (Bayesian population assignment) (Pritchard *et al.* 2000)，以推估所有樣本來自於幾個族群 (K)，並測試這些微衛星基因座是否能夠辨別烏頭翁、白頭翁和烏頭亞型個體。

除了分群測試以外，我們也使用每隻個體的基因型資料，來分析其遺傳組成差異性。以符合哈地—溫伯格平衡的六個微衛星基因座的基因型資料為樣本，將各個對偶基因型在每隻個體中的出現與否給予評分，出現在同型合子者給 1 分，出現在異型合子者給 0.5 分，未出現者給 0 分。接著再使用 PC-ORD 4 (McCune & Mefford 1999) 將評分結果進行關聯性分析 (correspondence analysis)，並將每隻個體在關聯性分析結果的第一軸和第二軸之落點進行變方分析 (ANOVA procedure in SAS 9.1)，測試其第一軸和第二軸的落點在來源族群間是否存在顯著差異。

第三章 研究成果

第一節 烏、白頭翁的性別鑑定與微衛星基因座的篩選

本研究所採用的 85 隻鳥的 DNA 樣本中，共計有 46 隻雌鳥和 39 隻雄鳥。其中白頭翁有 17 隻雌鳥和 20 隻雄鳥、烏頭翁有 23 隻雌鳥和 9 隻雄鳥、『烏頭亞型』則有 6 隻雌鳥和 10 隻雄鳥。

來自五種鳥、共 73 對的微衛星引子，以 PCR 增幅後有 39 對可以在烏、白頭翁中複製出預期長度的 DNA 片段；進一步測試這些基因座在烏、白頭翁的多型性後，發現只剩下九個基因座在烏頭翁或白頭翁具有多型性。故不同物種的微衛星基因座引子只有 12.33% (9/73) 適用於烏、白頭翁。這九組微衛星基因座在烏、白頭翁和『烏頭亞型』的對偶基因數、雜合度 (heterozygosity) 的觀測值 (H_o) 與期望值 (H_e) 等如表 1 所示。整體而言，這九組基因座在烏、白頭翁的適用性並不高，平均每基因座的對偶基因數為 2.89-3.67 個，雜合度的觀測值為 0.236-0.433，期望值則為 0.308-0.409。

表 1. 九組微衛星基因座在烏、白頭翁和『烏頭亞型』的對偶基因數、雜合度 (heterozygosity) 的觀測值 (H_o) 與期望值 (H_e)

基因座名稱	種類	對偶基因數	雜合度的觀測值 (H_o)	雜合度的期望值 (H_e)
Pca3	烏頭翁	5	0.563	0.537
	白頭翁	5	0.694	0.709
	烏頭亞型	6	0.750	0.707
Tit67	烏頭翁	1	0.000	0.000
	白頭翁	1	0.000	0.000

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨
烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)

	烏頭亞型	2	0.125	0.117
Pma11	烏頭翁	2	0.094	0.089
	白頭翁	2	0.270	0.234
Pma22	烏頭亞型	3	0.188	0.174
	烏頭翁	4	0.500	0.483
	白頭翁	6	0.432	0.477
Pma33	烏頭亞型	2	0.125	0.117
	烏頭翁	4	0.625	0.539
	白頭翁	6	0.703	0.649
Alc95	烏頭亞型	3	0.188	0.525
	烏頭翁	1	0.000	0.000
	白頭翁	2	0.000	0.053
Alc97	烏頭亞型	2	0.125	0.117
	烏頭翁	5	0.750	0.637
	白頭翁	5	0.882	0.658
Alc64	烏頭亞型	3	0.063	0.275
	烏頭翁	3	0.438	0.382
	白頭翁	3	0.459	0.505
Tit28	烏頭亞型	2	0.375	0.469
	烏頭翁	3	0.313	0.276
	白頭翁	3	0.459	0.399
	烏頭亞型	3	0.188	0.271
平均	烏頭翁	3.11	0.365	0.327
	白頭翁	3.37	0.433	0.409
	烏頭亞型	2.89	0.236	0.308

(資料來源：本研究)

在各基因座中，有些對偶基因的出現頻率很低，若只考慮出現頻率較高(>5%)的對偶基因，則平均每基因座的對偶基因數在烏頭翁為 2.11 個，在

白頭翁有 2.67 個，在『烏頭亞型』則有 2.33 個。在白頭翁中一共發現四個對偶基因是其他二族群所沒有的，烏頭翁所有的對偶基因都可以在白頭翁或『烏頭亞型』中被發現，比較特殊的是：我們在烏頭亞型的個體中，發現四個對偶基因是在白頭翁和烏頭翁所沒有的（圖 1）。

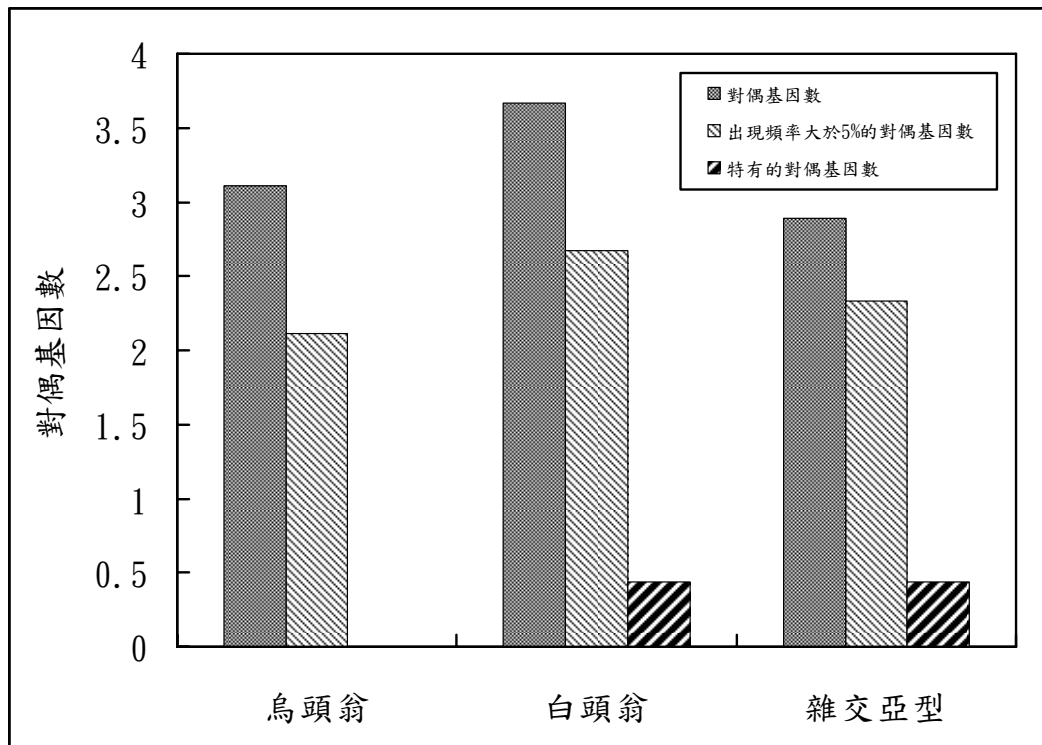


圖 1. 九組微衛星基因座在族群中平均每基因座的對偶基因數、出現頻率大於 5%的對偶基因數，及族群特有的對偶基因數。

（資料來源：本研究）

基因連鎖不平衡測試的結果顯示各微衛星基因座間都沒有顯著基因連鎖現象。Alc95 在白頭翁中不符合哈地—溫伯格平衡($p < 0.001$)，且在烏頭翁中只有一種對偶基因；Alc97 在烏頭亞型中不符合哈地—溫伯格平衡($p < 0.01$)；Tit67 在白頭翁和烏頭翁當中只有一個對偶基因。其餘六組微衛星

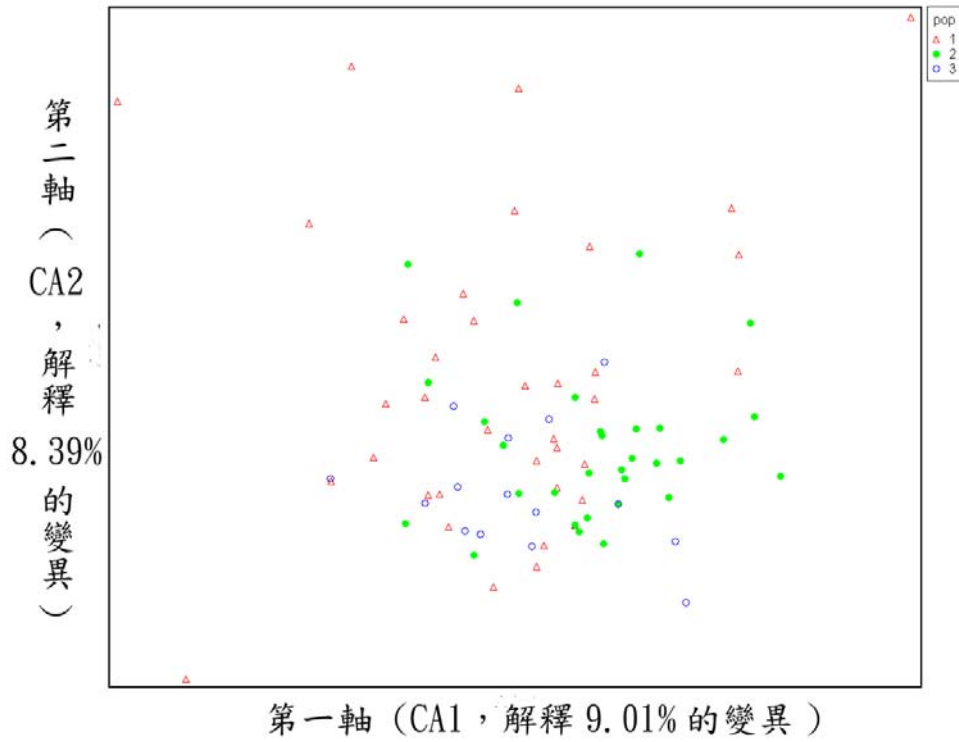
基因座在三個來源族群中皆符合哈地—溫伯格平衡，因此後續的族群結構分析均以此六組基因座的資料進行。

第二節 烏、白頭翁的族群分化與雜交個體的檢測

以 F_{ST} 值表示各族群間的分化程度，顯示各族群間的分化程度都很低。在白頭翁、烏頭翁和烏頭亞型之間，整體的 F_{ST} 值為 0.03 ($p < 0.01$)。在兩族群間比較上，白頭翁和烏頭翁之間的 F_{ST} 值最低，只有 0.021；白頭翁和烏頭亞型之間的 F_{ST} 值為 0.036；烏頭翁和烏頭亞型之間的 F_{ST} 值最高，為 0.047。各成對比較的 F_{ST} 值皆達 99%顯著水準 ($p < 0.01$, 999 permutations)。以 STRUCTURE v2.2 軟體 (Pritchard *et al.* 2000)，進行貝氏分群測試的結果建議所有樣本應屬於同一個大族群 ($K=1$)。

使用六組符合哈地—溫伯格平衡的微衛星基因座的基因型所做的關聯性分析，顯示三群樣本在第一軸 (CA1，可解釋 9.01%的差異) 和第二軸 (CA2，可解釋 8.39%的差異) 上的分佈有些許差異 (圖 2)。將各樣本在第一軸上的落點進行變方分析，顯示三群樣本的落點位置有顯著不同 ($p < 0.01$)。接著使用 Duncan's New Multiple Range Test 進行事後測驗，結果顯示白頭翁和烏頭翁在該軸的分佈有顯著不同，而白頭翁與烏頭亞型，或烏頭翁與烏頭亞型之間在該軸的分佈則沒有顯著差異(圖 3)。我們也將各樣本在第二軸上的落點進行相同的分析，結果亦顯示三群樣本的落點位置有顯著不同 ($p < 0.01$)。使用 Duncan's New Multiple Range Test 進行事後測驗，結果顯示白頭翁獨立為一組，其在第二軸上的落點位置和烏頭翁及烏頭亞型顯

著不同，而烏頭翁和烏頭亞型則形成另一組，彼此間沒有顯著差異(圖 4)。

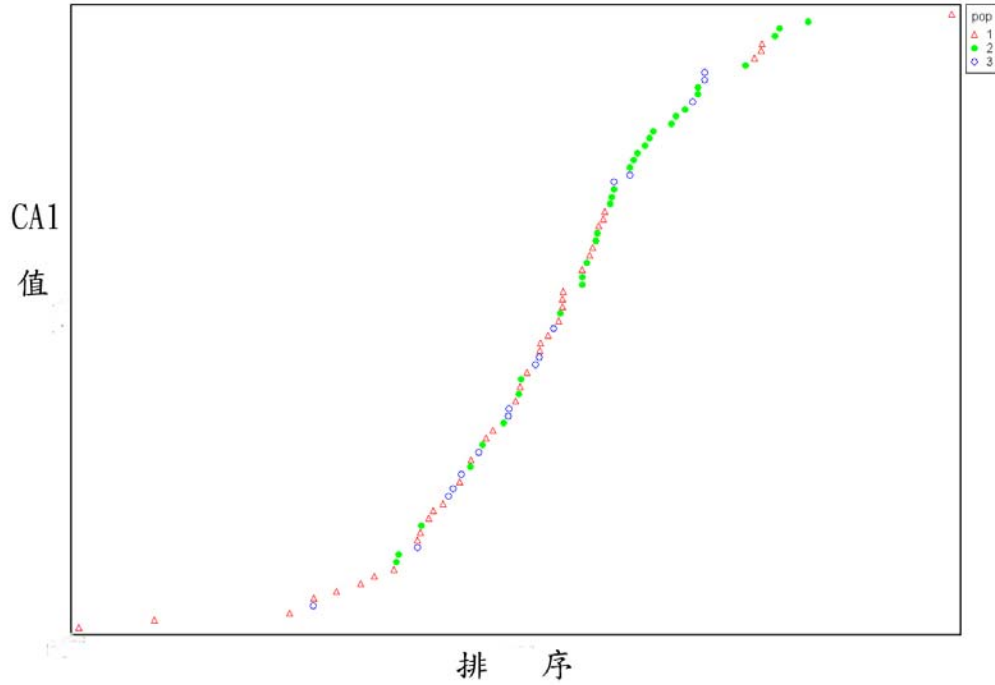


說明：●烏頭翁，△白頭翁，○烏頭亞型

圖 2. 各樣本在關連性分析主要二個軸的分佈情形

(資料來源：本研究)

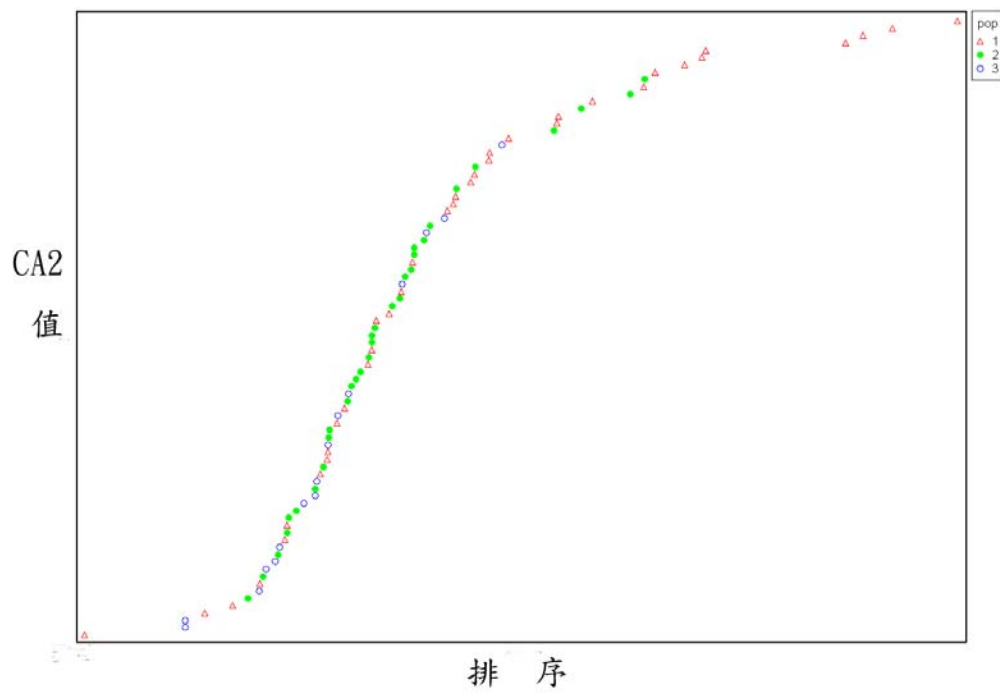
墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨
烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)



說明：●烏頭翁，△白頭翁，○烏頭亞型

圖 3. 各樣本在關連性分析第一軸的分佈情形

(資料來源：本研究)



說明：●烏頭翁，△白頭翁，○烏頭亞型

圖 4. 各樣本在關連性分析第二軸的分佈情形

(資料來源：本研究)

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨
烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)

第四章 結論與建議

第一節 討論與結論

雜交在鳥類中是一個廣泛存在的現象。在雀形目的鳥類中，目前已有 460 種鳥有雜交的情形，佔雀形目總數的 8.0% (Grant and Grant 1992)。在臺灣的雀形目鶇科鳥類中，白頭翁和烏頭翁是兩種親緣關係相近的鳥類，二者不論在野外或是人工飼養的環境中都會雜交，且其雜交子代具有繁殖的能力 (劉，未發表資料)。這二種鳥的生態需求相同 (劉 1991)，且外型相似，僅在頭部羽毛有不同的顏色。白頭翁廣泛分布於亞洲東部，在臺灣地區的是臺灣特有亞種 (*P. s. formosae*)，分布於北部和西部地區 (鄭等 1987)；烏頭翁則是臺灣特有種，分布在花蓮縣、臺東縣以及屏東縣南部地區 (王等 1991)。過去臺灣的白頭翁和烏頭翁東西為界，但近年來雜交的情形日益嚴重，尤其是許多烏頭翁分佈的地區都已經有白頭翁的發現紀錄。過去幾年在墾丁國家公園和鄰近地區調查烏頭翁、白頭翁和雜交個體 (劉 2005、2006) 的結果發現：1) 雜交區內純種個體的比例降低；2) 墾丁國家公園內烏頭翁所佔比例減少，雜交個體所佔比例上升；3) 雜交個體的分佈已經遍及墾丁國家公園各區域。另外在墾丁和恆春地區發現有些個體型似烏頭翁、但和花蓮，臺東地區的烏頭翁略有不同 (『烏頭翁亞型』)。

不同物種之間雜交所形成的雜交帶，能夠用來研究許多演化和生態的過程 (Pearson and Manuwal 2000)。雜交帶形成之後，可能會有幾種不同的發展 (Futuyma 2005)：1) 因為在不同生態棲位中，天擇會偏好不同的特徵，

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨
烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)

所以兩個物種都能生活於原有的生態棲位中，雜交帶持續存在；2) 因為雜交個體的適應性較低，使得天擇偏好能增強生殖前隔離的對偶基因，造成兩個親緣種之間形成完全的隔離；3) 雜交個體和親緣種之間的生殖隔離增加，形成第三個物種；4) 其中一個親緣種的適應性特別高，使得雜交帶逐漸偏向另一個物種分佈的區域，使得後者在當地滅絕。因為雜交可能會造成物種的滅絕 (Rhymer and Simberloff 1996)，所以，發展出鑑定雜交個體的技術，並用以監測自然界中物種的雜交現象，對於物種的保育和研究生物演化而言，是一件相當重要的事情。

烏頭翁目前在分類上被歸類為臺灣特有種，依目前雜交帶擴張的現象判斷，若烏、白頭翁持續雜交，可能會產生基因完全混合的結果，造成烏頭翁特有性狀或型態的消失。因此，保育烏頭翁有利於保存臺灣特有的生物多樣性。Allendorf 等人(2001) 認為，在針對物種雜交現象進行保育行動之前，應該先確認該雜交現象為自然或人為所造成，並且對其雜交的形式和程度有細部的瞭解，再依此擬定適當的保育措施。在白頭翁和烏頭翁的雜交情形中，可能同時包含人為活動造成棲地改變，使兩物種的分佈範圍擴張，造成雜交帶自然擴張，以及人為引入放生等影響。

在研究兩種鳥的雜交程度時，首要之務是鑑別純種個體和雜交個體。雜交個體常會具有兩親代物種的特徵，呈現中間型的特徵型值。然而，隨著回交的發生，雜交個體的特徵型值可能會逐漸偏向其中某種親代，而沒有明確的區分依據；再者，即使雜交個體型態上相似於其中一個親代物種，其整個

遺傳組成仍可能異於該親緣種 (Williams *et al.* 2005)；這些原因，使得研究者有時不易將雜交個體和純種的親緣種區別開來。例如和純種烏頭翁的外型極為相似的烏頭亞型，即難以利用外部型態來鑑定其是否為純種的烏頭翁。

隨著分子生物技術的發展和電腦運算能力的提升，遺傳標記已經被應用在許多偵測物種雜交狀況的研究中，例如哺乳動物中的北極狐 (Norén *et al.* 2006, Verardi *et al.* 2006)、魚類中的三棘刺魚 (Gow *et al.* 2006) 等。在已發表的研究報告中，微衛星基因座是目前最廣被使用的遺傳標記，也已經被用在許多種鳥類的雜交研究中(例如：北美斑鴨 *Anas fulvigula* 和綠頭鴨 *A. platyrhynchos*, Williams *et al.* 2005；斑林鴉 *Strix occidentalis* 和橫斑林鴉 *S. varia*, Funk *et al.* 2006；棕硬尾鴨 *Oxyura jamaicensis* 和白頭硬尾鴨 *Oxyura leucocephala*, Muñoz-Fuentes *et al.* 2007)；微衛星是真核生物細胞核中廣泛分佈的 DNA 片段，由於其突變速率快，在族群內變異高，且遺傳形式符合孟德爾的遺傳定律，因此非常適合用來作為物種雜交、親子鑑定、親屬關係和族群分化等研究的遺傳標記 (例如：Zhang and Hewitt 2003, Selkoe and Toonen 2006)。

本研究嘗試以微衛星基因座進行烏、白頭翁的雜交偵測，雖然已經嘗試使用多達 73 對的引子，但僅篩選出六組適用的遺傳標記，跨種測試的成功率低，是目前我們無法準確藉由此技術區分烏、白頭翁的主要原因之一。此外，在具有多型性的六組基因座中，每基因座的對偶基因數都不多，且主要多集中在少數幾個基因座中，各基因座的遺傳多樣性低，無法在不同物種(或

族群)間累積足夠變異，是我們無法藉由此標記區分烏、白頭翁的另一主要原因。儘管解析度不高，但是在關連性分析中我們仍檢測出烏、白頭翁在二個軸的分佈上有顯著的差異，暗示這二種鳥在微衛星基因座上應有分化。目前我們仍持續嘗試找出更具多型性的遺傳標記，隨著更多的標記被投入分析，未來應可以建立一套區分烏、白頭翁的遺傳標記，並用以鑑定雜交個體。

第二節 建議

烏頭翁可能是臺灣特有種鳥類中數量最多、也是最容易看到的一種鳥，而且牠們主要生活在經過人為開發的環境，所以反而是最容易被忽略的對象。牠們目前所面臨的不是棲地破壞或狩獵的問題，而是雜交的問題，這和臺灣其他任何特有種生物所面臨的問題都不一樣：棲地破壞可以進行棲地復育，狩獵可以透過取締或針對特定對象的觀念教育獲得改善，但是雜交的問題卻不容易被察覺及引起關切，而且不容易處理。因此烏頭翁可說是世界上少數數量眾多且所需資源豐富的瀕危物種。綜合今年及過去研究成果，我們提出以下建議：

建議一

研擬烏頭翁保護區的劃設。中長期性建議。

主辦機關：墾丁國家公園管理處

為了保存保護烏頭翁獨特的外型並增加與保護生物多樣性，建議於墾丁國家公園範圍中劃設烏頭翁保護區，雖然墾丁國家公園本來就是受到國家公

園法保護的地區，在其中劃設烏頭翁保護區似乎疊床架屋，但是烏頭翁保護區的劃設僅代表一塊需要將白頭翁和雜交個體排除的特定範圍，此範圍的邊界是一個過渡帶，區內乃是需要積極將白頭翁及雜交個體移除的緩衝區，及需要嚴格杜絕白頭翁及雜交個體蹤跡的核心區。待保護區內的執行成效到達一定水準，管理處可以考慮逐步將烏頭翁保護的工作拓展到國家公園全區。劃設烏頭翁保護區不但宣示國家公園在保育工作上的決心，也可以集中資源與努力來進行密集監測或移除工作，提昇成功的機率。

在95年度的研究報告中，我們曾評估適合劃設保護區的地點，並列出各地點的優缺點和執行的難易度。依據當時的評估，我們建議第一階段的烏頭翁保護區為社頂和南仁山，因為此兩個地點面積有限，雜交個體和白頭翁的數量也有限，捕捉移除的工作應該可以在一年之內完成，比較容易立竿見影見到努力的成效。我們建議以龍坑為第二階段保育工作的據點，以龍鑾潭為第三階段的據點，完成各階段移除所需要的時間可以在第一階段完成後評估擬定（以下附上95年度研究報告中保護區的劃設地點分析）。

南仁山生態保護區：

優點：南仁山為現有之生態保護區，範圍內總面積共 5587.05 公頃，此區中純烏頭翁所佔比例在墾丁國家公園中最高（劉 2003、劉 2006），但是較適合烏頭翁生存的面積僅 39 公頃，建議可以劃成烏頭翁保護區的核心區，區內嚴防雜交個體進入繁殖。區內人為干擾較少，劃設為烏頭翁保護區所可能面臨的人為阻力最少，因為是生態保護區所以可採用

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨 烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)

的保育手段較多，又可利用現有人力進行維護，執行保育計畫的成功率會較高。

缺點：南仁山生態保護區內原始林居多，周邊棲地植被並非烏頭翁最喜歡活動的空間，該區能容納的烏頭翁數量有限。若將此區劃為烏頭翁保護區，所能保護的烏頭翁族群數量會偏小，除非進行適度的棲地改造已增加棲息的環境。

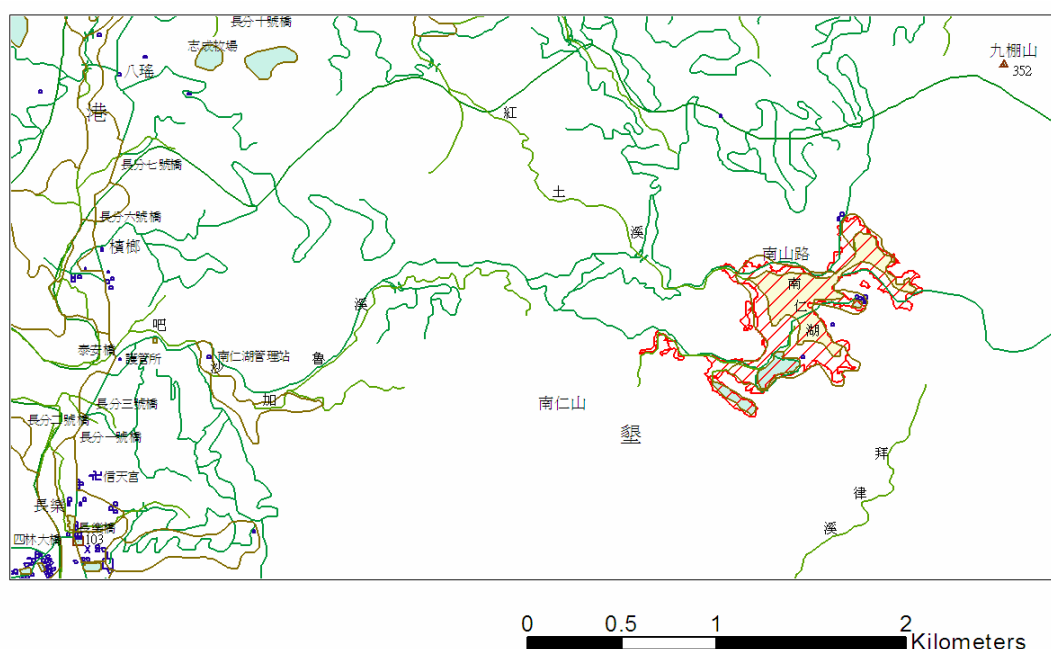


圖 5. 南仁山生態保護區範圍內適合烏頭翁的棲息範圍

(資料來源：劉小如，2006)

社頂梅花鹿復育區研究站周邊地區：

優點：包括研究站四周較開闊的地區，交通便利，平時遊客稀少，容易觀察及管理，雖然樹木尚稱茂密，入侵的白頭翁應該還是很容易被發現，

有利於即時採取管理措施。

缺點：此區臨近重要觀光據點且面積僅6.2公頃，對活動範圍大的烏頭翁面積顯然不足。若將與研究站直線距離僅1.3公里的社頂自然公園一併納入（社頂自然公園面積128.7公頃），雖然可以提高保護區的面積，但若是沒有透過適當的宣導，當進行移除白頭翁或雜交個體時，可能會直間面臨遊客質疑的問題。

龍坑生態保護區一帶：

優點：包括停車場至保護區入口、保護區、區外墳墓區、海岸林、及海岸區，範圍內總面積共 61.67 公頃，是烏頭翁數量較多的地區，又因為是生態保護區，管理上也應比較容易，執行保育計畫的成功率會較高。

缺點：目前此區雜交個體所佔的比例至少有 19%（劉 2006），而且由於此區多珊瑚礁岩並靠近海邊，海邊強勁的風勢與岩岸不利固定架網的條件，造成捕捉白頭翁或雜交個體的困難，在經營管理上預期將花比較多心思設計捕捉移除白頭翁及雜交個體的辦法。

龍鑾潭周邊地帶：

優點：包括龍鑾潭至關山、貓鼻頭等地，是園區內烏頭翁密度很高的地區；若不區分烏頭翁、白頭翁、或雜交個體時，墾丁地區中的總族群密度也以龍鑾潭最高（劉 2005），歸咎於開闊平緩的地形及寬廣的腹地很適合烏、白頭翁生存，交通便利，面積夠大，容易觀察。調查人員可以比較容易判斷區內是否有烏頭翁及雜交個體在活動。

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨 烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)

缺點：由於此區是重要觀光據點，開闊的環境對此兩種鳥之移動無法造成屏障。筆者及計畫調查人員都曾在此區見到白頭翁活動，只是不清楚這些個體如何進入到龍鑾潭地區。在此區劃設烏頭翁保護區的後續管理工作必然較為繁重，因為除了可能需要捕捉的個體數會比較高，捕捉白頭翁及雜交個體需要付出的人力與經歷會相當可觀外，若是沒有透過適當的宣導，當進行移除白頭翁或雜交個體時，地方民眾也可能會干擾或阻擾移除工作的進行。

建議二

建立園區內白頭翁和雜交個體的通報機制：立即可行建議

主辦機關：墾丁國家公園管理處

協辦機關：民間保育團體、當地學校

此建議在過去的研究報告中也陸續被提出，因為這是烏頭翁保育工作最重要的第一步。要針對國家公園園區內的白頭翁和雜交個體進行任何處理之前，必須要先能確定這些個體的出現地點，特別是在保護區內，更必須儘速偵測到進入區內的這些個體，才能在牠們擴散或繁殖前採取適當的手段。白頭翁和大部分的雜交個體，在外型上並不難辨識，因此可以藉由教育宣導、製作解說手冊等讓民眾或是賞鳥人士協助觀察，並在發現後通報國家公園，以累積這些個體在國家公園內出現的時、空紀錄，若發現有非法放生的行為，更需立刻通知國家公園警察隊制止。此資料除可監測這些鳥在國家公園內的數量變動外，也可視其出現頻度決定是否進行移除等工作。

建議三

進行白頭翁和雜交個體的移除工作：中長期性建議。

主辦機關：墾丁國家公園管理處

協辦機關：屏東縣野鳥學會、高雄市野鳥學會等

移除國家公園範圍內的非烏頭翁個體，可以減緩雜交進行的速度。每年約自九月之後到年底，烏、白頭翁會有結群的行為，是觀察和進行移除最有效率的時機。考量到社會觀感，並不建議以射殺的方法進行移除。對於有經驗的繫放人員而言，這種鳥並不難捕捉，建議委請具有鳥類捕捉、繫放經驗的團體進行捕捉。除了效率較高外，此時期不是繁殖期，移除作業不會造成幼鳥的損失。由於目前的分子證據仍無法證明『烏頭亞型』的個體是否為雜交的後代，故可將移除的對象設定為外型上明顯不是烏頭翁的個體，根據之前的調查成果，每年需移除的對象應該不會太多。移除工作進行的地點，可以從雜交個體被通報次數最多的地點開始，或是在預定劃設保護區的地點內進行。由於每年只需進行四個月左右的工作，如果能就近委託南部地區具有繫放經驗的人員進行，僅需補助繫放工具和工作人員的交通和食宿，在費用上可以大大降低。中華民國野鳥學會繫放中心也可以協助訓練繫放人員。唯此工作必須長期進行，才能評估移除的成效。

建議四

利用移除作業所捕獲的個體，進行教育及研究工作：中長期性建議

主辦單位：墾丁國家公園管理處

協辦單位：屏東縣野鳥學會、國立自然科學博物館、鳥類相關的研究單

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨
烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)

位

根據我們過去在實驗室飼養的經驗，白頭翁和雜交個體在圈養環境中的適應良好，只需提供足夠的飼料和飲水等即可飼養。因此對於移除工作所捕獲到的個體，可以留置於圈養的籠舍中。雖然如此也犧牲了這些鳥在野外生活的機會，但卻是在不傷害生命、又能維持烏頭翁種源的最好辦法。圈養的個體可提供關於物種雜交的最佳解說材料，在圈養過程中死亡的個體，也可以將標本送至典藏單位保存，這些標本將來會是研究物種演化重要的材料。

致謝

本研究得以順利完成，首先要感謝內政部營建署墾丁國家公園管理處提供經費。計畫進行期間得到非常多人的協助與支持，保育課唐洪軒先生、蔡乙榮先生與屏東縣政府農業局的行政協助；台灣師範大學李壽先教授提供許多微衛星基因座引子供測驗，並在研究過程中提供諸多建議；許祐薰小姐協助進行遺傳分析實驗、詹仕凡先生協助進行資料分析；林美珠小姐與中央研究院國家基因型鑑定中心協助進行基因型的鑑定。此外，中華民國國家公園學會徐雅慧小姐協助行政業務，都讓我們的研究更加順利，僅此一併致謝。

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨
烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)

附錄一、評審會議記錄

「墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)」
服務企劃書評審會議紀錄

開會日期：中華民國 96 年 5 月 14 日下午 2 時 0 分 記錄：蔡乙榮

開會地點：墾丁國家公園管理處大型會議室

主持（召集）人：李委員登志（代理）

評審委員：

國立屏東科技大學 孫委員元勳

屏東縣野鳥學會 吳委員正文

墾丁國家公園管理處 徐委員茂敬（請假，未出席）

墾丁國家公園管理處 曾委員添丁

出列席單位及人員：

服務廠商 中華民國國家公園學會 徐雅慧 許育誠 胡文寅

墾丁國家公園管理處 陳松茂

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨
烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)

主席致辭：評審會議開始。

業務單位報告：略

參審單位簡報：中華民國國家公園學會許育誠博士簡報（詳如服務
建議書）

評審委員提問：

主席李委員登志：

研究方法（一）烏頭翁、白頭翁和雜交個體的取樣，是否
還需要至台東及台北 2 地進行採樣？在研究經費配置之差旅費
中，有花蓮至墾丁的機票費用，是否需要到花蓮進行採樣？

中華民國國家公園學會許育誠博士回應：

台東的烏頭翁樣本及台北的白頭翁樣本先前已經有足夠的
樣本數，不需要再進行採集。在研究經費配置之差旅費中編列
花蓮至墾丁的機票費用，是因為本案計畫主持人目前在花蓮服
務，所以編列 2 地之間的機票費用。

吳委員正文：

在墾丁地區的鳥類捕捉採集，除了採集樣本進行基因鑑定
之外，是否也有進行繫放？

中華民國國家公園學會許育誠博士回應：

在墾丁地區的鳥類捕捉採集，主要是為了採集樣本進行基
因鑑定，同時也有申請使用中華民國野鳥學會的腳環進行繫放。

吳委員正文：

計畫已經進入第 3 年，每年所使用的色環及腳環的套法是
否有一定？可以在野外就直接進行觀察辨識嗎？

中華民國國家公園學會許育誠博士回應：

繫放的每一隻鳥都有中華民國野鳥學會的鋁環及環號，同
時也有不同顏色組合的色環，腳環的套法有一定的方式，而且

可以在野外就直接透過觀察色環組合及進行個體辨識，也可以知道繫放的年份及地點。

主席李委員登志：

預訂要再採集多少的樣本？

中華民國國家公園學會許育誠博士回應：

前2年主要在幼鳥的採集，已經採集了二百多隻的幼鳥樣本，但是因為幼鳥沒有烏頭翁、白頭翁或雜頭翁的外型特徵，所以今年希望能夠採集到二百隻以上具有可以辨識外型特徵的鳥類樣本。

孫委員元勳：

許博士在分子生物技術方面有相當的研究成果，相信有能力完成這項委託研究案，這項研究採用分子生物的技術進行烏頭翁及白頭翁雜交之後的回交子代判定時，是否也會出現簡報中所舉雁鴨例子一樣，有中間模糊地帶，無法完全區別的狀況。

中華民國國家公園學會許育誠博士回應：

是會出現中間模糊無法完全區別的狀況，其實這項技術應用在野生動物方面已經有十幾年的時間，最近幾年才應用在鳥類方面，這項技術確實還是有無法完全解決的問題。本研究並不期望能夠確定每一隻鳥是經過雜交的或是沒有經過雜交的，主要是希望能夠瞭解像烏頭翁亞型這種外型看起來像是純種烏頭翁卻又不太像的個體，在牠的基因中牠的祖先曾經有白頭翁的基因進入。假設，若可以確定有很高百分比的烏頭翁亞型個體是有白頭翁的基因滲入，在未來進行移除雜交個體時，烏頭翁亞型的個體也要同時進行移除。

孫委員元勳：

在劃設保護區可行性的實際執行面上，在國外是否有實際

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨
烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)

的案例，就像墾丁國家公園一樣，並不是一個島嶼，而是沒有明顯的天然界線限制。

中華民國國家公園學會許育誠博士回應：

就目前所知，並沒有這樣的案例。其實鳥類的雜交是很普遍的一種現象，簡報中提到雁鴨的例子，其中 1 種鴨子是外來種。天然雜交的情形是有，但是因為天然雜交而對某種鳥類產生威脅的例子，在鳥類方面目前並不知是否有這樣的例子。但是，在哺乳類部分，狼和狗的雜交，確實會威脅到狼的生存。在這裡可能是因為海島的關係，而烏頭翁只有在這裡才有，一但雜交之後，將會使純種烏頭翁消失。有些鳥類的雜交是屬於雜交群的現象，在雜交群以外的地區就看不到雜交的現象。但是，在烏頭翁的部分，似乎不太樂觀，因為在東部或是西部烏頭翁分布的地區都可看到白頭翁的個體，在國外是沒有像這樣雜交個體去威脅到 1 個物種的例子。

孫委員元勳：

在今年的研究中希望能夠在實際的執行面上多加以著墨，假設在龍鑾潭地區的烏頭翁亞型是雜交的個體，在執行保護區工作的移除技術方面應該要有比較深入的探討，在前 2 年的報告中都只是蜻蜓點水式的帶過而已。未來在移除作業上所需要的人力及經費是多少？對保護區的基因純化能夠有多大的貢獻？還是只能具備象徵性的意義。

中華民國國家公園學會許育誠博士回應：

在前 2 年的研究報告中已經提出一些作法，而國家公園也已經有些作為，譬如像禁止放生，就是實際可以降低人為將白頭翁引入的方法。禁止放生不管是在國家公園或是針對宗教團體的教育宣導上，都會有很好的效果，也可能是阻斷白頭翁繼

續滲入的最直接方法。透過分子生物技術的研究，若可以得到由外觀型態上就能辨識雜交個體的依據，在國家公園許可及符合相關法令的規定下，屏東縣野鳥學會等保育社團都有相當不錯的繫放人員可以協助進行移除的工作，因為捕捉這種鳥並不困難。

主席李委員登志：

在去年的研究成果簡報時，曾經向劉小如博士詢問是否可以用槍直接射殺的方法進行移除，許博士的看法如何？

中華民國國家公園學會許育誠博士回應：

在國內使用槍直接射殺的方法，恐怕會有困難，因為涉及動物生命權的問題，不是所有人都能夠接受這樣的執行方法，而且移除的處理方法也可以採用捕捉後進行隔離或圈養，其實運用既有的技術捕捉這種鳥並不難。而在進行移除之前，需要先知道有多少鳥需要移除及分布在哪些地方？

主席李委員登志：

若以捕捉的方法進行移除，捕捉 1 隻鳥的成本需要多少？

中華民國國家公園學會許育誠博士回應：

捕捉 1 隻鳥的成本其實很難估算，因為要看狀況而定，但是執行捕捉所需要的經費應該不多。

吳委員正文：

就這個為期 3 年的研究計畫而言，今年已經是第 3 年，針對雜交個體的辨識技術進行研究確實有其必要，但是在已經沒有後續計畫的情形下，雖然去年的報告中已經提出一些設置保護區的地點建議，今年還是有必要就研究計畫主題劃設保護區的可行性有所著墨，目前在今年提出的研究簡報中並沒有提出這方面的內容。

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨
烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)

中華民國國家公園學會許育誠博士回應：

其實在第 2 年的研究報告中已經依據前 2 年的調查結果，提出建議可以劃設保護區的地點及各地點的條件分析。但是，在前 2 年的研究中也發現就外觀型態來進行雜交個體的辨識，仍然存在一些無法確定的問題需要加以克服，所以今年才需要著重分子生物方面的研究，希望透過對遺傳基因的瞭解，建立由外觀型態來辨識雜交個體的依據。同時對去年提出建議劃設保護區的地點再多採一些樣本來分子生物技術進行分析，以便比較確認這些選出的地點是否符合遺傳基因上的條件。

主席李委員登志：

希望研究的結果能夠建立辨識的依據，並提出劃設保護區的建議地點及提出處理方法，並評估需要移除數量及經費，供管理處編列預算進行移除工作，這樣研究計畫成果就能夠實際運用在國家公園的經營管理上。

中華民國國家公園學會許育誠博士回應：

如果未來能夠由外觀型態來確認雜交個體，因為不需要再進行基因鑑定，只需要捕捉繫放的人力及鳥網，實際並不需要太多的費用。

曾委員添丁：

以下有幾點意見：第 1 點，就研究計畫主題而言，研究目的應該是要著重在擴散及劃設保護區的可行性 2 個部分，在前 2 年的研究成果中已經有確定擴散的結果，但是劃設保護區的可行性部分，只有在第 2 年提出建議性地點，並沒有具體的做法。第 2 點，就移除的方法上，是不是可以採用結紮的方式？第 3 點，持續雜交的結果，最終基因型應該是會出現鐘形的分布曲線，還是會有純種的烏頭翁個體存在，只是數量比較少。

第 4 點，若是最後發現 2 種鳥的基因差異不大，是否還有保存純種烏頭翁的必要性？第 5 點，墾丁以外的地區也有烏頭翁分布，雜交的情形如何？若是墾丁雜交的情形已經很嚴重，是否還要針對墾丁地區的烏頭翁進行保護？第 6 點，若是其他地區還沒有出現雜交的現象，才需要未雨綢繆先做保護。第 7 點，全面雜交的結果是否很嚴重？雜交結果若是更加優勢，執行 3 年的研究花費將近 3 百萬元經費是否有必要？一般民眾可能都有這樣的看法。

中華民國國家公園學會許育誠博士回應：

其實，我們進行這方面的研究，常常會被問到這樣的問題。首先回答結紮的問題，因為這 2 種鳥體型太小，進行結紮是可以做，但是會比較困難，而且費用高又廢時。至於 2 種鳥的遺傳基因到底差多少？其實只要在外觀型態有所差異，就表示在遺傳基因一定有差異，至於差異有多少？這樣的差異有沒有意義？根據我們在實驗室所進行的研究結果，這 2 種鳥的差異確實非常的少，少到有些人質疑烏頭翁是否應該列為特有種。事實上，這 2 種鳥的外觀型態差異非常的大，若以「型態種」的定義來看，牠們確實有分為 2 個獨立種的可能。但是若依據「親緣種」或「生物種」的定義來看，牠們確實有不符合 2 個種的條件。若以現象「生物多樣性」保育的角度來看，在生物多樣性保育中有保存「基因多樣性」這 1 項，則確實有保存這 2 種遺傳基因的必要性。而全世界這個基因型只有臺灣才有，保存這個特有的基因型確實有其必要。至於雜交個有什麼不好呢？目前看來是沒什麼不好之處，只是純的烏頭翁基因還是有必要保存在牠原本自然分布的地方。因為雜交的過程很有可能不是自然因素，而是因為人為開發等因素造成的，牠們可能是在物

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨
烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)

種形成過程的 2 個型，只是在還沒完全分化為 2 個獨立種之前，很可能因為人為因素又再次混合在一起。我們認為有必要讓自然的分化過程持續進行，而不要受到人為因素的影響加以阻斷。

曾委員添丁：

研究結果，若是確定雜交現象主要是人為造成，如何加以控制就顯得特別重要，在研究成果中要加以強化。目前，「雜頭翁」是 1 種鳥名，還是 1 種稱呼？

中華民國國家公園學會許育誠博士回應：

根據多年來在不同地區所進行的研究結果，烏頭翁及白頭翁這 2 種鳥都不太利用森林的環境，主要是生存在人為的開發環境，同時發現道路的開闢及人為開墾是相當主要的擴散因素，人為放生則可能是白頭翁滲入烏頭翁分布區的主要管道。所以，放生行為的控制，將可能是主要而且有效的控制方式。「雜頭翁」不是 1 種鳥名，而是指 2 種鳥雜交的個體。

孫委員元勳：

其實在臺灣這 2 種鳥的雜交現象應該已經是全面性的，若要劃設保護區在策略上需要多加以討論。也許選擇在別的地區進行保護區劃設，對國家公園管理處會比較沒有壓力。而在國家公園方面或許可以進行一些移除及方法評估，以供其他地區參考。

吳委員正文：

就自然生態保育的立場，國家公園進行這個研究確實有其必要，只是要如何進行保護區劃設的問題，要提出一些具體作法。針對許博士的看法，保護烏頭翁確實是有維持生物多樣性的必要。當墾丁已經雜交的相當嚴重時，在墾丁劃設保護區可

能壓力會很大，即使在第 2 年的研究報告已經提出劃設保護區的建議地點，但是在開闊的環境中要達到阻絕的可能性並不高，或許在恆春半島的北端沿公路設立防護線會比較合適。甚至針對臺灣東部，可以在南迴公路上設立防護線，因為沿線都是森林，效果應該會比較好。

主席李委員登志：

請保育研究課報告提出這個研究計畫的目的。

保育研究課蔡技士乙榮：

墾丁國家公園是除了臺灣東部以外，已知純種烏頭翁的天然分布區，而國家公園的成立宗旨為生態保育，國家公園有特定的範圍也有執行保育工作的人員，基於特有物種的保存目的及進行國家公園保育成效評估之需要，依據以往各地的相關研究資料及先前墾丁國家公園的全面普查資料，擬訂 3 年的研究計畫，經過委託研究計畫先期審議作業程序，確定研究項目及逐年編列預算，分 3 年辦理委託研究。

孫委員元勳：

未來若確定要在國家公園進行移除的話，可能需要有足夠的證據來說明雜交確實是人為造成的現象，而放生行為的推測也要有所依據，才不會引起不必要的質疑。最好能夠舉行類似公聽會的溝通過程，事先達成共識，再來執行會比較好。

吳委員正文：

就生物多樣性的觀點，烏頭翁的保育工作確實有其必要性，只要大家確定了這個保育在地物種多樣性的前提，對國家公園而言應該是責無旁貸要去執行，再來只是要如何進行保育及在哪些地方進行保育的問題。總不希望有一天烏頭翁滅絕了，再來行動就來不及了。

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨
烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)

中華民國國家公園學會許育誠博士回應：

烏頭翁可能是臺灣特有種鳥類中數量最多的，也是最容易看到的，而且主要生活在經過人為開發的環境，所以反而是最容易被忽略的對象，再加上所面臨的不是棲地破壞的問題，而是雜交的問題，這和臺灣其他特有種鳥類所面臨棲地破壞或是狩獵的問題不一樣，棲地破壞可以進行棲地復育，狩獵可以透過取締或針對特定對象的觀念教育獲得改善，但是雜交的問題卻不容易被察覺及引起關切，而且不容易處理。

會議結論：本案評審結果，合格，請續辦議價事宜。

散會時間：96年5月14日下午16時0分。

附錄二、期中簡報會議紀錄

「墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)」

委託研究案期中簡報審查會議紀錄

開會日期：中華民國 96 年 7 月 31 日下午 2 時 0 分 記錄：蔡乙榮

開會地點：墾丁國家公園管理處大型會議室

主持人：施錦芳

審查委員：

國立屏東科技大學 孫委員元勳

屏東縣野鳥學會 吳委員正文

出席單位及人員：

中華民國國家公園學會 許育誠 劉小如

內政部營建署（未派員）

墾丁國家公園管理處 沈恆榮 李登志 蔡豐富 謝桂禎

陳松茂 陳文明 王雪花 林瓊瑤

黃靖玉

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨
烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)

主席致辭：首先感謝孫委員及吳委員 2 位前來協助本處委託研究計畫案期中簡報審查，請業務單位先行報告之後，再請受委託單位進行期中報告。

業務單位報告：受委託單位已經依約如期繳交期中報告書。

受委託單位簡報：由計畫主持人中華民國國家公園學會許育誠博士進行簡報（詳如：期中報告書）。

審查委員及與會人員提問：

蔡課長豐富：

請教幾個問題：烏頭翁及白頭翁都是臺灣的特有種嗎？烏頭翁的分布最北界到哪裡？

計畫主持人許育誠博士回應：

烏頭翁是臺灣的特有種，而白頭翁並不是臺灣的特有種。烏頭翁的分布最北界，東部大約在太魯閣附近，西部大約在楓港一帶。

蔡課長豐富：

在墾丁國家公園範圍內曾經在哪裡發現放生白頭翁的行為？

計畫協同主持人劉小如博士回應：

未曾在墾丁國家公園範圍內直接看到放生白頭翁的行為，但是有發現白頭翁。

蔡課長豐富：

出現在墾丁國家公園範圍內的白頭翁，可不可能是自己飛進來的？烏頭翁及白頭翁的雜交現象，能不能視為是增加生物多樣性？簡報中提到在劃設的保護區內需要移除的白頭翁數量並不多，請問保護區劃設在哪裡？避免烏頭翁及白頭翁雜交的方法，除了捕捉之外，是否還有其他的方法？

計畫協同主持人劉小如博士回應：

在 1983 年時，當年的報紙曾經報導有善心人士帶了 26 隻的白頭翁到墾丁放生。事實上，在早年自然生態保育觀念還不普及的時候，確實有許多善心人士會進行動物的放生行為，那些被放生的動物自然有一套在野外生存的方式，就像福壽螺一樣。早年在烏頭翁的分布區出現的白頭翁，確實是來自放生的行為。至於近年來，就以臺東為例，臺東鳥會發現每當有放生活動之後，就會在寺廟及神壇附近出現白頭翁，臺東地區本來是只有烏頭翁而沒有白頭翁。雖然在墾丁國家公園的範圍內沒有直接看到放生白頭翁的行為，但是由種種跡象顯示，若有發現白頭翁的話，應該是來自人為放生，因為白頭翁不可能由北邊的楓港一帶直接跳到墾丁地區烏頭翁的分布區，在龍鑾潭附近就有看到過白頭翁。或許也有可能是自己飛進來的，若是的話，那也是因為原來隔離這 2 種鳥的生態環境被改變，所以隔離就消失了。至於保護區要劃在哪裡？在 2006 年的報告中，有列出來幾個建議可以考慮劃設保護區的地區，但是最後要在哪裡劃設保護區，則是管理處的權責，研究者只是提供建議及資料，供管理處來進行評估、決定要不要劃設保護區及要劃設在哪裡？

蔡課長豐富：

烏頭翁的生活環境，有沒有緯度的條件限制？分布的海拔高度有沒有限制？

計畫主持人許育誠博士回應：

烏頭翁的分布區在東部及西部的緯度並不相同，分布應該是受自然環境條件的影響。分布的海拔高度可以到達 2000 公尺，推測應該是隨著道路的闢建而擴大分布範圍，至於海拔

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨
烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)

3000 公尺的地方則不太可能，這有可能是因為 3000 公尺以上的地方人為開發比較少的原因，環境不太適合牠們生存。

計畫協同主持人劉小如博士回應：

根據日據時代的文獻記載，白頭翁的海拔分布到達 1200 公尺，烏頭翁則沒有資料記載，2 種鳥的分布在大武山一線以南有 2 公里寬的重疊區。在 1973 年的自行調查，白頭翁的海拔分布已經擴散到 1800 公尺，到了 1989 年時，海拔高度擴展到 2100 公尺，而東部因為開發比較晚，分布的海拔高度是 1900 公尺。若是人類繼續往高山發展，白頭翁應該也會隨著向上擴展。緯度應該不會是分布的限制因子，在中國大陸的北京也有白頭翁分布，那裡的緯度比臺灣更高，氣候環境條件也比臺灣的高山地區還要冷。

蔡課長豐富：

請問烏頭翁及白頭翁分布的最南界到哪裡？雜交的擴散速率如何？

計畫協同主持人劉小如博士回應：

烏頭翁只有臺灣才有，白頭翁在海南島也有，海南島的白頭翁頭部是黑色的，頭頂沒有白斑，菲律賓的部分需要再確認。至於入滲的速率如何？目前並不知道，還需要進行更多資料的蒐集和分析。根據 1950 年、1973 年及 1989 年的野外調查資料，在 2 種鳥重疊分布的雜交區，往南擴散的比較快，而往北擴散的很慢，因為在野外白頭翁比烏頭翁強勢，目前只看到白頭翁進入烏頭翁分布區的現象，卻還沒有看過烏頭翁進入白頭翁分布區的情形。

孫委員元勳：

在簡報中的幾個不同年份的野外調查分布圖，在 1989 年的

分布圖中，重疊區在屏東縣的部分似乎有向北發展的現象，是烏頭翁有向北擴展嗎？

計畫協同主持人劉小如博士回應：

1973 年是搭乘公路局巴士在公路沿途所看到的紀錄，並不是實際調查的結果，只能算是線的分布而不能反映出實際面的分布情形，1989 年則是於暑假期間，由學生乘著機車沿著道路調查的紀錄，比較能夠反映出面的分布，在花蓮的調查也是一樣。在 3 張不同年份的分布圖中呈現的重疊區是累加的，1973 年的白色部分是 1950 年原來的藍色部分，綠色部分則是後來擴展增加的部分，1989 年的接近黑色的部分則是除了原來藍色及綠色部分之外再擴展的部分，所以看得出來白頭翁確實是有擴展的現象。

孫委員元勳：

若要檢視 1983 年報紙報導的可靠性，可能比較困難。假使重疊區是延續的情形，則可能是自然擴散的結果。反之，若是跳島式的情形，則可能是人為的因素所造成的結果。在目前的調查資料中，重疊區內雜交的比例，是否有出現由楓港一帶原有的重疊區逐漸往南遞減的梯度現象？

計畫協同主持人劉小如博士回應：

在墾丁這個研究案的第 1 年，曾由鵝鑾鼻往北進行調查，確實楓港地區的雜交比例是比較高，再以雜交的不同外型組合進行分析，發現在楓港附近是雜交組合最複雜的區域，密度也最高。

李副處長登志：

若是再像目前這樣雜交區不斷擴散下去的話，會不會整個墾丁都淪陷之後，接著擴散到臺東地區？

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨
烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)

計畫協同主持人劉小如博士回應：

其實根據最近這十幾二十年的經驗，最令人擔心的還是人為放生，因為不需要慢慢擴散，根據在墾丁進行研究以前的 1 份個人的調查報告中的資料，白頭翁在 5 年以內向南擴散了 7 公里，當然還需要再進行全面性的調查才能夠加以驗證。在東部的例子就比較肯定，臺東地區經常會有人在那裡進行放生，臺東鳥會的會員就有人發現在他家的院子就有 1 對雜交的個體築巢在進行繁殖，在校園內也有發現雜交的個體，所以東部未必就是淨土，因為放生的現象很普遍。

李副處長登志：

可不可能就像復育梅花鹿及環頸雉一樣，將純種的烏頭翁圈養，進行保種？

主席施處長錦芳：

烏有翅膀會自行飛來飛去，在國家公園內若再劃設更小的區域當保護區，可能也沒辦法很有效的達到保護的目的，可能還是要以整個墾丁國家公園的範圍來進行保護才行。報告中所提到目前的數量還不多，當然可以用捕捉的方式來進行移除，實質上還是要從經營管理上來著手。就目前來看，最嚴重的問題是放生，有必要依據國家公園法來處理放生的事情。萬一真的很嚴重的話，最後才有必要考慮將純種的烏頭翁以圈養的方式來進行保種。

計畫協同主持人劉小如博士回應：

其實，若可以把園區內現有的白頭翁及雜頭翁移除，留給烏頭翁比較完整的自然環境，是要比進行烏頭翁的圈養容易而且有效。假使可以將整個原來恆春半島原有烏頭翁的分布區都劃為保護區，雖然投入的人力及物力會比較多而且時間也會比

較久，但是就長遠來看，卻是會比較好。在捕捉的方式及捕捉之後的處理方式有很多種選擇，但捕捉並不難，只是要投入人力及時間。至於捕捉後的處理，在以往可能可以選擇直接用槍射下來的方式移除，即直接又有效，但是現在有太多的考慮因素，已經不太可能採用。至於捕捉之後的飼養，並不困難，所需要的場所也不大，以小雞飼料做為食物就可以，只是要事先決定要在哪裡進行。另外，世界上有很多的博物館對這些雜交個體都很有興趣，未來經過飼養之後若是死亡了，屍體也可以提供給博物館進行收藏。就保種的角度來看，若只是選擇將少數的烏頭翁養在社頂，倒不如將白頭翁及雜交個體捉來進行圈養，而把自然留給原來就在這裡的物種烏頭翁會是更好的做法。

主席施處長錦芳：

在墾丁禁止放生之後，可不可能這些放生的行為都移到東部進行，而造成臺東淪陷？

計畫協同主持人劉小如博士回應：

一般放生可能都會選擇風光明媚的地方進行，放生者可能是認為這樣被放生的生物會活得比較好，相對的功德也會比較大，可能沒想到會造成生態上的問題。東部的臺東地區存在的放生行為，應該是本來就會被選擇進行放生行為的地方。

計畫主持人許育誠博士回應：

在東部可以看到白頭翁被放生，但是在西部卻沒有看過放生烏頭翁，因為烏頭翁現在是保育類野生動物，捕捉或販售烏頭翁都是違法的行為，所以不會有人捕捉及販售烏頭翁。白頭翁則是常被捕捉、販售及放生，在南投曾經看過 2 千隻左右的白頭翁被放生，白頭翁很容易捕捉到大量，而且價格便宜，是鳥店中最常看到被賣給放生者的鳥類。

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨
烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)

主席施處長錦芳：

放生應該是與宗教團體有關，所以，應該要從宗教團體著手。

計畫協同主持人劉小如博士回應：

在臺灣的宗教團體有可能進行放生活動的大約可以分為 5 大宗教團體，目前至少有 3 至 4 個已經不再進行放生活動，只剩少部分還存在有放生的活動，像靈鷲山就是 1 個例子，最近行政院已有針對放生的問題在進行勸說及處理，但是靈鷲山卻認為他們會請專家協助，不會把放生的動物放到不對的環境。雖然是有專家協助，但是放生還是存在有生態上的問題。最近國科會有項研究，是在研究為什麼人要進行放生？96 年 9 月份將舉行成果發表會。

謝約聘解說員桂禎：

95 年的報告中有提到南仁山地區的雜交現象比較少，若要進行烏頭翁的圈養的話，是不是可以改為放在南仁山來加以保護會比較好？

計畫協同主持人劉小如博士回應：

在南仁山雜交的比例比較低，是因為那裡白頭翁及烏頭翁的個體數都比較少，事實上南仁山生態保護區因為森林太茂密，並不太適合這 2 種鳥，牠們喜歡開闊的環境，像經過人為開發的農田及村落等環境。

吳委員正文：

就目前的研究報告資料來看，雜交的現象雖然有可能是自然擴散的結果，但是真正需要關心的應該是放生所帶來的迅速擴散，在國家公園範圍內，是否就可以依據法令來採取適當的措施進行管理？相信馬上就可以產生效果，至少不會再繼續增

加新的進來。至於雜交個體及白頭翁的移除方面，倒是需要比較長的時間及人力與物力來進行處理。在烏頭亞型的部分，則可能需要等到本計畫的研究分析結果出來之後，再來決定要如何處理。國家公園本身就是 1 個大型的保護區，應該不需要於國家公園內再劃設小範圍的保護區。

主席施處長錦芳：

就法制面來看，目前國家公園法是否可以用來處理放生的問題？

李副處長登志說明：

曾經研擬以列入公告禁止事項的方式來處理放生的問題，但是還沒有具體結果。

陳課長松茂說明：

放生的問題應該不只是針對白頭翁 1 種鳥，其他來自國家公園以外的物種及個體也應該列入公告為禁止放生事項的範圍內。

計畫主持人許育誠博士回應：

建議國家公園在這方面應該除了進行教育宣導之外，也應該有比較積極的具體作為，像是在國家公園內出現的其他外來物種及個體要如何處理？在很多其他的研究過程中，也有可能捕獲到類似雜交個體這樣的非國家公園原有物種或個體，應該要如何處理。

主席施處長錦芳：

在這方面應該都要研擬出一套處理的流程及處理依據，才能夠有所遵循及進行有效的處理。

計畫協同主持人劉小如博士回應：

個人認為縱使墾丁國家公園出現白頭翁是自然擴散的結

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨
烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)

果，但那是因為人改變了原本存在的自然環境隔離而造成的擴散，還是要視為人為改變的結果，而必需要考慮加以處理。單就保護烏頭翁這個物種而言，白頭翁的滲入就好比是感染了 1 種疾病，還是要採取一些必要措施進行處理。雖然處理的過程並不容易，因為需要投入一些人力、物力及時間，但是為了要保護烏頭翁這個物種，我們還是有必要採取一些措施。

主席施處長錦芳：

就國家公園自然生態保育的立場，確實有必要採取一些具體措施來處理類似白頭翁及雜交個體的問題，藉以達到保育原有物種的目的。至於要採取何種移除方法，則可以再行研究討論之後，選擇適當的方法來進行，才不至於引起不必要的疑慮。

計畫主持人許育誠博士回應：

以目前處理臺灣藍鵲與大陸藍鵲雜交及臺灣畫眉與大陸畫眉雜交的例子，因為大陸藍鵲及大陸畫眉都是境外移入的物種，所以處理上比較沒有爭議。其實國家公園也可以將白頭翁視為境外移入的物種，而採取類似的移除，相信應該就比較不會產生爭議。

主席施處長錦芳：

有關這方面的處理措施及考量的因素，希望在期末報告中能夠提出一些建議供管理處參考。

計畫協同主持人劉小如博士回應：

對於移除的方面，若是能夠確定是純種的白頭翁，應該是可以帶至白頭翁的分布區進行野放，對於雜交個體可能就需要有適當的地方來進行圈養，其實被圈養的個體就像是一般飼養的籠鳥一樣，應該不會涉及動物生命權的問題。

孫委員元勳：

可不可以提供目前在野外大約有多少的數量是需要移除的個體？假使墾丁國家公園要進行移除的話，才能有個參考的數據，對於採取的措施、投入的人力與物力及所需要的時間，才能夠有所安排。

計畫主持人許育誠博士回應：

在前 2 年的研究報告中是有一些野外的調查數據，比較詳細的數據需要再查一下資料。

主席施處長錦芳：

這部分的數據資料，請於期末報告中一併進行 3 年研究資料的總整理。有關這方面的處理措施及考量的因素，希望在期末報告中也能夠提出一些建議供管理處參考。

計畫協同主持人劉小如博士回應：

對於野外存在需要移除數量的確實數據，實在無法提供，因為還有一些外觀型態無法判定是否屬於需要移除的對象，等一切運用 DNA 技術完成判定之後，是可以提供需要移除個體在整個野外調查抽樣總族群中所佔的比例有多少。關於移除的部分，確實需要有所規劃，當然不管以幾年時間來完成移除的工作，後來持續的常態維護機制還是需要。有關劃設保護區的構想，是因為當年接觸到墾丁國家公園這個問題時，對整個實際狀況並不是很瞭解，所以才會想以劃設保護區的方式來進行保護的工作，並不是一定要再劃設保護區才能進行烏頭翁的保護工作。在整個保育烏頭翁的措施中，未來還需要再與鳥會合作，建立監測通報的機制，以掌握確實的野外資訊。

主席施處長錦芳：

墾丁國家公園的範圍其實並不大，若再劃設一些小面積的保護區可能功能也不大，應該可以考慮全面性的來進行處理。

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨
烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)

吳委員正文：

對於要移除的雜交個體，應該可以在墾丁國家公園找個適當的地方進行圈養，而不一定要送到別的地方。禁止放生應該是比較沒有爭議而且容易馬上採用的措施，至少可以防止再繼續滲入的問題發生。至於保護區的劃設，應該考慮選擇適當地點開始進行，再逐漸擴大到整個國家公園，並需要設置防堵機制，楓港至車城之間是很好的設置防線的地點。

會議結論：簡報到此結束，期中報告審查通過。

散會時間：96年7月31日下午16時10分。

附錄三、期末簡報會議記錄

「墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨烏頭翁保護區劃設之可行性研究（三）」
委託研究案期末簡報審查會議紀錄

開會日期：中華民國 96 年 11 月 23 日下午 2 時 0 分 記錄：蔡乙榮

開會地點：墾丁國家公園管理處大型會議室

主持人：李登志代理

審查委員：

國立屏東科技大學 孫委員元勳（請假，提書面意見）

屏東縣野鳥學會 吳委員正文

出席單位及人員：

中華民國國家公園學會 許育誠 胡文寅

內政部營建署（未派員）

墾丁國家公園管理處 李登志 陳松茂 吳宗祐 簡和成

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨
烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)

主席致辭：本委託研究計畫期末簡報因為處長臨時有公務需要處理無法親自主持，由本人代理，感謝吳委員前來協助本處委託研究計畫案期末簡報審查，孫委員雖然無法出席但有提出書面意見，請業務單位先行報告之後，再請受委託單位進行期末報告。

業務單位報告：受委託單位已經依約如期繳交期末報告書。

受委託單位簡報：由計畫主持人中華民國國家公園學會許育誠博士進行簡報（詳如：期末報告書）。

審查委員及與會人員提問：

主席李副處長登志：

烏頭翁及白頭翁會產生雜交子代，兩者是否為同一物種？

計畫主持人許育誠博士回應：

烏頭翁及白頭翁至少在目前的分類學上是兩個不同的物種，種間的交配才算是雜交，種內的交配並不能稱為雜交。

吳委員正文：

其實這一直是存在於許多鳥友心中的疑問，以往對於種的定義總是認為不能交配繁殖下一代的就是不同種，或是交配後產生的子代不具繁殖能力的就是不同種，至少以前對於種的定義是這樣。現在，烏頭翁及白頭翁交配後產生的子代仍然具有繁殖能力，這與我們以前對種的認知不大一樣，是不是會有「超種」或是「親緣種」的位階出現，而認知上認為是「超種」內的兩個獨立種。

計畫主持人許育誠博士回應：

烏頭翁及白頭翁確實是相近種，或是姐妹種，牠們的確是彼此之間最接近的種或是亞種。「種」當然是人類為了研究上的便利而做的定義，就像是吳委員所提到的「生物種」。若是要使

用「親緣種」，可能就必需要說明在遺傳基因上有多少的相似性或者差異，這對一般人而言並不容易獲得比較確實的訊息。「生物種」前提是在自然狀況下不會自行交配或是產生的子代不會自然繁殖。不只是在烏頭翁及白頭翁，「生物種」這個定義被提出來之後，其實一直受到很多人不停的挑戰，因為我們永遠無法知道牠們在自然狀況下會不會在一起。就像墾丁的白頭翁會和烏頭翁交配，但是白頭翁到墾丁是不是自然現象，這永遠沒有答案。可能是人為放的，也可能是隨著人類的開墾而來的，這樣算是自然嗎？其實無法確定，這種情況讓「生物種」的定義無法去執行。直接否決這個定義的是在植物方面，許多的植物在經過交配之後會有「多倍體」產生，這一產生就是一個新種，所以無法用「生物種」的定義去操作。無論如何，目前不管是在國際上或是在臺灣，烏頭翁在鳥類分類上都是被視為獨立的物種，在中國大陸稱為「臺灣鶇」，英文是「Taiwan Bulbul」，就指明這個物種就是在臺灣出現的。縱使烏頭翁不是一個特有種，也應該是一個特有亞種，面臨的問題還是一樣，一個特有亞種的消失，還是值得去加以關注，所不同的可能是被關切的優先順序會稍微後面一點，但是牠若是一個臺灣的特有亞種，而且只分布在臺灣東半部，可能還是必需要去加以關注。就個人參與研究這個物種將近十年的經驗，我覺得這個物種確實需要我們去加以特別注意，因為牠的數量很多，多到讓人認為不會有什麼問題，但是牠的問題其實很大，在花蓮太魯閣閣口現在看不到1隻純種的烏頭翁，20幾年前那裡還是一個沒有白頭翁的地方，這個改變的速度確實需要我們去加以注意。

主席李副處長登志：

太魯閣的現象應該是遊客多，所以放生的機會自然就會比

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨
烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)

較多。

計畫主持人許育誠博士回應：

有些地方可能不是放生的結果，閣口可能是擴張的結果，因為沿途的開發造成適合擴張的環境。但是有些地方可能不是，像蓮花池是一個蠻封閉的谷地，沿途是鬱閉的森林，並不太適合白頭翁，但是那裡卻有白頭翁，而且是雜交的、白的都有，這可能就是人為放生的結果。就個人的瞭解，有一些放生團體喜歡到神明指示的地點，就是風光明媚風水好的地方，像天池那種地方，南橫的天池就有記錄過放生行為，雖然蓮花池並沒有記錄到放生的行為，但是有看過宗教團體在那裡做法，所以蓮花池地區可能是人為放生的結果，而太魯閣一帶可能是兩種情形綜合的結果。

主席李副處長登志：

太魯閣國家公園有沒有要採取移除的措施？

計畫主持人許育誠博士回應：

其實，這正是要請墾丁國家公園管理處慎重考量的地方。目前在太魯閣雜交的情形相當普遍而且數量很多，根本不可能全部移除，再加上太魯閣的地形限制，並不適合進行這樣的研究。

陳課長松茂：

有關放生的問題，本處保育研究課已經研擬依據國家公園法第13條第8款進行公告禁止事項，本案已初步獲得上級機關內政部營建署列案處理，未來趨向以依法公告禁止事項的方式，進行國家公園範圍內放生行為的管理。報告中有關烏頭翁與白頭翁種間雜交產生的烏頭亞型子代的問題，就遺傳上輪迴育種的角度來看，要經過多少次的輪迴才能恢復？有關捕捉的

費用部分，若在經營管理上有必要劃設保護區，基於生命權的考量採用捕捉留置圈養的方式進行處理，會不會造成未來經營管理經費上的隱憂。

計畫主持人許育誠博士回應：

首先，回答雜交的基因要經過多少次或時間，原來的基因才能夠恢復。這在全世界的動物應該都是一樣的情形，恐怕沒有人能夠回答這個問題，就算是在實驗室的情形下，目前可能只有果蠅的研究有一些成果。就育種而言，也只能儘可能的去選擇一些性狀讓它看得到，但是就優生學的角度來看，有些性狀是不管如何進行篩選都不可能將它全部都淘汰掉的。若是我們能夠容忍就是到此為止，這樣的現象不要再惡化下去的話，在基於減少鳥類受傷及囚禁的數量考量，是可以讓這些鳥類繼續存在墾丁的野外，只要不再繼續擴大下去，這是個人認為可以接受的情況。至於圈養維護的費用，就個人的經驗而言，養1隻白頭翁所需要的費用和養1隻白文鳥的費用差不多，因為牠們體型大小差不多，所需要的食物也差不多，應該不會是一個經濟負擔。若是養的數量多，就以往在中研院的圈養經驗，1百隻鳥1個月大約需要不超過1千元的飼料費用，而且是給予很好的食物，包括蟲及水果，也可以開放民眾認養，由民眾來提供飼料。假使圈養的數量真的很多，到達5百隻或上千隻的時候，或許會有經費上的壓力，但是若只有1百隻至2百隻的數量，應該不至於成為太大的經費負擔。

主席李副處長登志：

屏東鳥會的鳥友可不可能接受去做這樣的事？

吳委員正文回應：

鳥會團體的成員有些是因為情感的關係來加入鳥會，對研

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨
烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)

究不一定會感興趣，若鳥會要來做這件事情，當然得要在會裡先行討論，畢竟有些人基於情感的關係，根本無法接受要到野外去捉鳥。就個人在屏東科技大學服務的經驗，就研究生而言，若不是鳥會成員的話，比較能夠接受對鳥類進行一些研究。有個鳥會會員就讀研究所的例子，研究生好不容易下定決心去野外捉鳥來飼養進行研究，不幸鳥死了，結果心理上就非常不能平衡。當然這是有些人情感上的問題，就個人而言是可以接受，但是若要由鳥會來執行，還是要事先經過會裡的討論。若以槍將鳥打死，個人是比較難接受，但是採用圈養的方式，則還可以接受。

主席李副處長登志：

本處保育研究課社頂環頸雉籠舍，或許可以做為未來進行圈養的場所，而且應該可以容納不少的數量。

保育研究課蔡技士乙榮回應：

未來若要使用社頂環頸雉籠舍進行圈養，可能還需要進行一些處理，如增加水源供給及種樹，至於可以容納的飼養數量，還是要再進行考量。就圈養的環境而言，大型籠舍保有某種程度的野外環境條件，應該會比一般的簡易鳥籠好很多。

計畫主持人許育誠博士回應：

就中央研究院的飼養例子，使用長、寬、高各為3公尺的籠舍進行飼養，就可以照顧的不錯，而且可以自行交配繁殖，不進行繁殖的個體一般是養在小型的鳥籠中。以這種方式進行圈養的結果，飼養最久的個體已經有10年。權衡之下，這是一種可以保存臺灣本土物種的方法，而且又不會犧牲其他鳥類的生命，應該是可以被接受。

主席李副處長登志：

像社頂環頸雉籠舍這樣的環境，被圈養的鳥類會不會有過度曝曬的問題？

計畫主持人許育誠博士回應：

就中央研究院的圈養例子，是使用浪板提供遮蔭，假使又有樹及水的話，應該是不會有過度曝曬的問題。

李副處長登志：

保育研究課對這方面有怎樣的看法？

保育研究課蔡技士乙榮回應：

基本上，人也是多樣性的，就像自然生態系中的生物一樣，不可能每個人都有完全一樣的看法，個人的看法是比較不涉及情感的問題。當然，只要是正面可行而且會被大多數人接受的方法，都可以經過審慎考量之後採用施行。不過，絕對不可能面面俱到，要完全沒有人反對是不太可能的事情。但是，選擇方法的過程一定要多方考量，執行的時候也要很嚴謹。

吳委員正文回應：

首先，可能要先確定一個前提，我們是不是要對臺灣的烏頭翁進行保育？若確定要進行烏頭翁的保育，再來才是考慮在墾丁國家公園範圍內要如何來移除白頭翁及雜交個體？以及要如何安置的問題？

簡技士和成：

對於白頭翁的移除，應該可以移至原來就有白頭翁分布的地方，有些個體的判識似乎還是沒有辦法完全確定。

計畫主持人許育誠博士回應：

建議不要將自園區內移除的白頭翁個體移至原來就有白頭翁分布的其他地方，因為根本無法知道移除的白頭翁牠的來源地點，可能屏東的白頭翁與其他地方的白頭翁就有些不同，這

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨
烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)

個目前我們並不清楚，為了避免產生其他的問題，還是進行圈養會比較好。或許未來需要圈養的數量太多而無法負荷時，也許這是一種影響比較小的做法。至於純種的白頭翁，在外形上是可以明顯加以區分。

吳委員正文：

採用微衛星基因座篩選的方法進行烏頭亞型的辨識依據，似乎並沒有獲得很好的結果，是否有其他的分生技術可以採用來達成比較好的辨識效果？

計畫主持人許育誠博士回應：

是有 2 個途徑可以用來進行辨識，目前都正在進行，第 1 個就是增加標記的解析度，另外 1 個就是嘗試變異度更大的其他標記方式，像「AFLP」的方法是目前正在處理的 1 種。其實，在野生動物的雜交研究部分，目前最常用到的就是微衛星的標記，另一個「AFLP」的方法目前也漸漸的有一些文章出現，這 2 個方法我們都正在嘗試中，若能成功的話，不只是能夠偵測雜交個體，還能進行許多議題的研究，像臺灣的白頭翁是在多少年前與大陸的白頭翁分開來的，烏頭翁及白頭翁是多久之前種化出來，這些都可以運用這個技術去回答，後續還有許多我們希望繼續進行的研究，這個技術我們還會持續進行努力。

吳委員正文：

除了墾丁國家公園之外，在臺灣東部其他有烏頭翁分布的地區是否有發現烏頭亞型？根據報告內容，烏頭亞型在墾丁國家公園範圍內也不是每個區域都有。

計畫主持人許育誠博士回應：

在墾丁國家公園範圍內不是每個區域都有發現烏頭亞型，應該是樣本數比較少的因素，當樣本數夠多的時候，應該都會

有發現的可能，像社頂在進行本研究以外的調查研究時，就曾經發現過雜交白型的個體，所以，只要樣本數夠多的話，應該就會有機會發現。至於臺灣東部其他有烏頭翁分布的地區是否有發現烏頭亞型？目前，很確定其他地區都沒有發現，而只有在墾丁發現。當然，也有可能烏頭亞型不是雜交的結果，而是原本就分布在墾丁特有的一型，若是的話，那就有另外的一層意義，牠是屬於當地的土著型。像在花東一帶及東華大學校園內，每天都可以看到烏頭翁，但是就是沒有發現過可疑的個體，另外在太魯閣地區雜交的變動很大。相信二者之間是不一樣的，墾丁地區可能是某個時候有白頭翁進來，之後多次持續與純烏頭翁交配的結果，而太魯閣則是 2 個物種重疊的地區，這 2 個物種可能都有不小的族群持續接觸在進行通婚，所以比較不容易維持一個固定的型出來。

吳委員正文：

很高興聽到墾丁國家公園已經著手進行研擬將放生行為公告為禁止事項的好消息，對於烏頭翁的保育工作，因為國家公園本來就是 1 處大型的保護區，國家公園內實在不需要再劃設烏頭翁的保護區。至於未來執行烏頭翁的保育工作時，可以選定優先執行區，先以小範圍來進行，無論是在操作上或是要進行評估都會比較具體可行。

保育研究課蔡技士乙榮提報：

孫委員因事無法出席，所提書面意見將交由計畫主持人以書面回應，再列入會議紀錄。(詳如附件：孫委員元勳書面意見及計畫主持人許育誠博士回應)

會議結論：簡報到此結束，期末報告審查通過。

散會時間：96 年 11 月 23 日下午 15 時 40 分。

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨
烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)

(附件)

「墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)」
期末簡報審查會議孫委員元勳書面意見及計畫主持人許育誠博士回
應：

孫委員元勳書面意見：

未來幾年即使找到比較可靠的分生技術，以現有的統計方式恐
怕依然無法完全確定採樣的烏頭翁亞型個體是否沒有雜交成份？誤
判的機率是不是存在？

計畫主持人許育誠博士回應：

的確，雜交的偵測理論上會隨著回交代數的增加而越來越不容
易偵測，而這正是『烏頭亞型』個體可能面臨的狀況。同我們在期
中報告曾經說明的，以目前的技術要偵測哪一隻『烏頭亞型』是雜
交個體幾乎是不可能的，但我們可以做到的是偵測在『烏頭亞型』
中是否保留著白頭翁特有的基因型？如果是，那就表示這類個體非
常可能是烏、白頭翁雜交個體經過多代和烏頭翁回交的結果。我們
還可以做到的是估算這些白頭翁特有的基因型在『烏頭亞型』中所
佔的比例，如果很高，表示應該將這些個體一併納入雜交個體處
理，如果比例很低，基於減少後續處理的工作量，應可暫緩處理。

參考書目

王嘉雄、吳森雄、黃光瀛、楊秀英、蔡仲晃、蔡牧起、蕭慶亮。1991。

台灣野鳥圖鑑。亞舍圖書有限公司，台北。

劉小如。1990。太魯閣國家公園烏頭翁及白頭翁分佈調查。太魯閣國家公園管理處。花蓮。

劉小如。1991。太魯閣國家公園烏頭翁及白頭翁生態及行為研究。太魯閣國家公園管理處。花蓮。

劉小如，2003，墾丁國家公園及鄰近地區烏頭翁與白頭翁雜交狀況調查。墾丁國家公園管理處。

劉小如。2005。墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨烏頭翁保護區劃設之可行性研究（一）。墾丁國家公園管理處。

劉小如。2006。墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨烏頭翁保護區劃設之可行性研究（二）。墾丁國家公園管理處。

鄭作新、龍澤虞、鄭寶賚。1987。中國動物誌，鳥綱。科學出版，北京新華發行，北京市。

Allendorf, F. W., R. F. Leary, P. Spruell and J. K. Wenburg 2001.
The problems with hybrids: setting conservation guidelines.
Trends in Ecology and Evolution 16: 613-622.

Dawson, D. A., O. Hanotte, C. Greig, I. R. K. Stewart and T. Burke
2000. Polymorphic microsatellites in the blue tit *Parus*

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨
烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)

- caeruleus* and their cross-species utility in 20 songbird families. *Molecular Ecology* 9: 1941–1944.
- Futuyma, D. J. 2005. Species. In: *Evolution*. Pp 353-378. Sinauer Associates, Inc.
- Funk, W. C., T. D. Mullins, E. D. Forsman and S. M. Haig 2007. Microsatellite loci for distinguishing Spotted Owls (*Strix occidentalis*), Barred Owls (*Strix varia*), and their hybrids. *Molecular Ecology Notes Online Early Articles* 7:284-286.
- Gemmell, N. J. and S. Akiyama 1996. An efficient method for the extraction of DNA from vertebrate tissues. *Trends in Genetics* 12: 338-339.
- Gow, J. L., C. L. Peichel and E. B. Taylor 2006. Contrasting hybridization rates between sympatric Three-spined Sticklebacks highlight the fragility of reproductive barriers between evolutionarily young species. *Molecular Ecology* 15:809-824.
- Grant, P. R. and B. R. Grant. 1992. Hybridization of bird species. *Science* 256: 193-197.
- Hörnfeldt B., T. Hipkiss, A.-K. Fridolefsson, U. Eklund and H. Ellegren 2000. Sex ratio and fledging success of

- supplementary-fed Tengmalm's Owl broods. *Molecular Ecology* 7: 1071-1075.
- McCune, B. and M. J. Mefford. 1999. *PC-ORD Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 4.* MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon.
- Muñoz-Fuentes, V., C. Vilà, A. J. Green, J. J. Negro and M. D. Sorenson 2007. Hybridization between White-headed Ducks and introduced Ruddy Ducks in Spain. *Molecular Ecology* 16: 629-638.
- Norén, K., L. Dalén, K. Kvaløy and A. Angerbjörn 2006. Detection of farm fox and hybrid genotypes among wild Arctic Foxes in Scandinavia. *Conservation Genetics* 6: 885-894.
- Peakall, R., Smouse, P.E., 2006. GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. *Molecular Ecology Notes* 6, 288-295.
- Pearson, S. F. and D. A. Manuwal 2000. Influence of niche overlap and territoriality on hybridization between Hermit Warblers and Townsend's Warblers. *Auk* 117: 175-183.
- Pritchard, J. K., M. Stephens and P. Donnelly 2000. Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics*

墾丁國家公園烏、白頭翁擴散暨
烏頭翁保護區劃設之可行性研究(三)

155: 945–959.

- Raymond M. & Rousset F, 1995. GENEPOP (version 1.2): population genetics software for exact tests and ecumenicism. *J. Heredity*, 86:248-249
- Rhymer, J. M. and D. Simberloff 1996. Extinction by hybridization and introgression. *Annual Review of Ecology and Systematics* 27: 83-109.
- Saladin, V., D. Bonfils, T. Binz and H. Richner 2003. Isolation and characterization of 16 microsatellite loci in the Great Tit *Parus major*. *Molecular Ecology Notes* 3: 520–522.
- Selkoe, K. A. and R. J. Toonen 2006. Microsatellites for ecologists: a practical guide to using and evaluating microsatellite markers. *Ecology Letters* 9: 615-629.
- Verardi, A., V. Lucchini and E. Randi 2006. Detecting introgressive hybridization between free-ranging domestic dogs and wild wolves (*Canis lupus*) by admixture linkage disequilibrium analysis. *Molecular Ecology* 15: 2845-2855.
- Wang, M.-T., Y.-C. Hsu, C.-T. Yao and S.-H. Li 2005 Isolation and characterization of 12 tetranucleotide repeat microsatellite loci from the green-backed tit (*Parus monticolus*) *Molecular*

Ecology Notes 5: 439–442.

Williams, C. L., R. C. Brust, T. T. Fendley, G. R. Tiller Jr. and O. E. Rhodes Jr.. 2005. A comparison of hybridization between Mottled Ducks (*Anas fulvigula*) and Mallards (*A. platyrhynchos*) in Florida and south Carolina using Microsatellite DNA analysis. Conservation Genetics 6: 445-453.

Yeung, C., Y.-J. Huang and S.-H. Li 2004. Development of polymorphic microsatellite markers for the Steere's Liocichla (*Liocichla steerii*) Molecular Ecology Notes 4: 420–422.

Zhang, D. X., G. M. Hewit 2003. Nuclear DNA analyses in genetic studies of populations: practice, problems and prospects. Molecular Ecology 12: 563-584.