

白尾鵲換羽模式與年齡性別之判斷

Sexing, Aging and Molt Patterns of White-tailed Robin *Cinclidium leucurum montium*

蘇美如 林瑞興*

Mei-Ru Su and Ruey-Shing Lin *

行政院農業委員會特有生物研究保育中心 南投縣集集鎮民生東路 1 號

Endemic Species Research Institute, Jiji, Nantou, Taiwan

*通訊作者：rslin@tesri.gov.tw

* Corresponding author: rslin@tesri.gov.tw

摘 要

野外年齡、性別的判別對鳥類生活史、行為生態及族群動態等生態研究是非常重要的。本研究利用「臺灣鳥類生產力與存活率監測 (The Monitoring Avian Productivity and Survivorship program, Taiwan; MAPS Taiwan)」計畫及其相關活動於 2008-2014 年所蒐集之 178 隻白尾鵲(*Cinclidium leucurum montium*)的繫放資料，探討其換羽模式及年齡、性別判斷標準。結果顯示白尾鵲的換羽模式屬「複雜基礎策略(complex basic strategy)」，離巢幼鳥之「後幼鳥換羽(preformative molt)」屬「部分換羽(partial molt)」，二齡鳥於繁殖季後進行一次完全換羽(complete molt)，之後每個換羽周期(一年)進行一次完全換羽。白尾鵲從離巢起即可以由羽色判斷性別。年齡則可以從羽色、頭骨氣室化程度、大覆羽幼鳥羽毛留存、尾長、飛羽及尾羽的色澤與形狀的輔助來分辨一齡、二齡與超過二齡。

Abstract

Sex and age identification in the field are important to the studies of avian ecology, including life history, behavioral ecology, and population dynamics. We used banding data from 178 white-tailed robins (*Cinclidium leucurum montium*) collected in the Monitoring Avian Productivity and Survivorship, Taiwan

(MAPS Taiwan) program and their relative banding activities from 2008 to 2014 to study molt patterns and criteria to determine their age and sex. The results showed that white-tailed robins followed complex basic molt strategy. In the first cycle, juveniles in their first basic plumage underwent a partial preformative molt within weeks after fledging. They entered a second prebasic molt after the breeding season in their second year. Their second and following prebasic molts were complete. Age can be reliably determined as hatch year, second year and after second year based on skull pneumatization, plumages, molt limits and the shape and condition of the great coverts, primaries and rectrices. Since their plumages are sexually dimorphic, individuals with blue in feathers are male. Otherwise, they are female.

關鍵詞：白尾鵲、換羽模式、年齡判斷、性別判斷、繫放

Key words: white-tailed robin, molt pattern, aging, sexing, banding

收件日期：2014 年 11 月 07 日 接受日期：2015 年 09 月 01 日

Received: November 07, 2014

Accepted: September 01, 2015

緒 言

鳥類的生活史、生殖生物學、行為生態及族群動態等研究往往需要年齡及性別的資料 (Limmer and Becker 2007; Reed *et al.* 2008; Swierk *et al.* 2014)，因此年齡與性別判定的資訊對鳥類研究是重要的基礎工作。羽色具性別二型性 (sexual dimorphism) 的鳥種由羽色即可輕易判斷性別，但雌雄羽色同型的鳥種要以目視來判斷性別相對困難。若兩性在形值間具有顯著差異，可藉由測量判定性別。另繁殖季期間，發育後的孵卵斑 (brooding patch) 與泄殖腔 (cloacal protuberance) 的大小與形狀是相當可靠的性別判別依據。鳥類的年齡在個體成熟之後，即很難由外觀明確地判斷，但由離巢至外觀穩定之前，可依據羽毛特徵與質地、頭骨氣室化 (skull pneumatization) 程度、孵卵斑與泄殖

腔形狀、嘴喙顏色、虹膜顏色、體型等特徵，將各鳥種區別為數個年齡層 (Svensson 1992; Pyle 1997; 林等 2014)。

鳥類的羽毛是死的組織，長成後會隨著時間磨損及劣化而失去功能，因此鳥類的羽毛必須周期性地進行更換；不同類別的鳥類更換羽毛的時間、頻率、範圍不盡相同，稱為換羽模式 (molt patterns) (Clark 2004)。由於不同換羽模式及過程產生的羽毛新舊差異及磨損狀態等特徵透露鳥類的年齡 (Froehlich 2009)，因此建立一個鳥種的換羽模式為釐清其年齡判定的基礎 (Broughton *et al.* 2008; Dunn *et al.* 2009; Froehlich 2009)。

Humphrey and Parkes (1959) 將鳥類換羽模式歸納為四種策略：簡單基礎策略 (simple basic strategy, SBS)、複雜基礎策略 (complex basic strategy, CBS)、簡單交替策略 (simple alternate

strategy, SAS) 及複雜交替策略 (complex alternate strategy, CAS)。在 Humphrey and Parkes 換羽模式系統中不看羽色如何變化也不管在何時何地進行換羽，只看每個換羽周期中羽毛更換的次數。簡單地說，採取 SBS 及 CBS 的鳥類，每個換羽周期只換羽 1 次，而採取 SAS 及 CAS 的鳥類，每個周期有 2 次的換羽 (Humphrey and Parkes 1959)。簡單及複雜策略的差別在於有無出現「後幼鳥換羽 (preformative molt)」。「後幼鳥換羽」在鳥類一生中僅會出現 1 次，時間在離巢後數週內就會進行。離巢時幼鳥身上披覆的羽衣稱為「幼鳥羽衣 (juvenal plumage)」，是雛鳥出生後生長的第一套正式的羽衣。「幼鳥羽衣」生長相當快速，目的是讓幼鳥可以很快獲得飛行及保暖的功能，以盡快離巢脫離危險。由於快速長成在質地上較為鬆散脆弱，功能性也較差，因此在幼鳥離巢後幾個禮拜內就會開始進行「後幼鳥換羽」，更換成質地較好的「後幼鳥羽衣 (formative plumage)」 (Howell 2010)。

雀形目 (Passeriformes) 的鳥種多具備有「後幼鳥換羽」 (Howell 2010)，依羽毛全數更換或部分更換分為「完全換羽 (complete molt)」與「部分換羽 (partial molt)」。「部分換羽」通常只進行體羽的更換，尾羽、飛羽及部分翼覆羽不更換，要留存至隔年繁殖季後才進行更換 (Jenni and Winker 1994)。因此「後幼鳥羽衣」中留存之幼羽成為次年春夏季判斷是否為二齡鳥的重要線索。在北半球溫帶地區，多數雀形目鳥類的「後幼鳥換羽」為「部分換羽」，但在熱帶地區狀況則不盡相同 (Radley etc. 2011)。在臺灣雀形目鳥類的換羽模式至今仍未有完整的研究及文獻紀錄。

本研究利用「臺灣鳥類生產力與存活率監測 (The Monitoring Avian Productivity and

Survivorship program, Taiwan; MAPS Taiwan)」計畫 (林 2012) 及其相關活動所蒐集之繫放資料，探討臺灣常見留鳥白尾鵲 (*Cinclidium leucurum montium*) 的換羽模式及年齡性別判斷，以提供鳥類繫放及相關研究者更詳盡的年齡與性別判斷資訊。

材料與方法

物種介紹

繁殖於臺灣本島的白尾鵲 (*Cinclidium leucurum montium*) 為臺灣特有亞種，分布於海拔 2,300m 以下的森林，棲息於林下低枝間或濃密灌叢中，性隱密不易見。在島內有明顯的垂直遷移現象，於繁殖季時遷往較高海拔繁殖，冬季則降遷至低海拔度冬。雌雄鳥體色兩型性，雄鳥全身為藍黑色，前額、肩羽有寶藍光澤；飛羽黑色外緣藍色，尾羽除了中央尾羽全黑外，其他尾羽外瓣基部有面積不等的白斑。雌鳥體羽、飛羽及尾羽均為橄欖褐色，和雄鳥一樣尾羽基部也有白色斑塊。剛離巢幼鳥則全身覆蓋金黃色鱗斑 (劉等 2012)。

資料來源

本研究運用 MAPS Taiwan 計畫於雲林縣北勢坑、雲林縣湖山、雲林縣湖本、嘉義縣社口林場、台中市烏石坑及南投縣瑞岩等 6 個繫放站，在 2008 - 2014 年所捕獲的 178 隻白尾鵲個體的資料進行分析。樣本的性別、年齡組成、形值資料如附錄 1。

MAPS Taiwan 透過固定努力量繫放站的運作來收集特定地點常見繁殖鳥類族群的生產力與存活率 (宋等 2013)。繫放站運作主要於每年鳥類繁殖季期間，低海拔為 3~8 月，中高海拔為 4~9 月；以固定的週期、網道及捕捉網

時進行鳥類繫放，收集資料包括年齡、性別、繁殖狀態、換羽及各項形值。雲林北勢坑站的繫放週期不同於其他各站，是於 2 月及 9 月各進行一次連續 6 天的密集繫放，除此之外，操作方式與其餘各站相同。有關繫放站運作、年齡性別判別依據及形值測量方法的詳細內容另請參考「臺灣鳥類生產力與存活率監測 2012 工作手冊」(林 2012)。

年齡的定義

本研究年齡區別以新曆1月1日為界，各級年齡的定義分別為：(1)一齡(Hatch Year, HY)：當年出生且飛羽、尾羽羽鞘已完全脫落；(2)超過一齡(After Hatch Year, AHY)：捕捉當時至少已過第一個新曆1月1日(二齡或更老)；(3)二齡(Second Year, SY)：捕捉當時前一年出生的鳥；(4)超過二齡(After Second Year, ASY)：捕捉當時至少已過第二個新曆1月1日(三齡或更老)。

換羽模式判定

白尾鵪換羽模式的判定是利用 MAPS Taiwan 優先檢視項目的「體換羽」及「飛羽換羽」資料來審視其各年齡層的換羽週期、發生時間及換羽範圍，以歸納出其換羽模式及「後幼鳥換羽」為完全或部分換羽。如果離巢幼鳥的飛羽、大覆羽或尾羽在「後幼鳥換羽」結束後仍以幼鳥羽毛留存，則白尾鵪的「後幼鳥換羽」屬部分換羽，反之，則為完全換羽。由於白尾鵪剛離巢幼鳥的體羽、翼覆羽(包括大覆羽)末端密布金黃色斑點，因此在完成「後幼鳥換羽」後，大覆羽幼羽留存與否可以由羽毛末端是否有金黃色斑點來判斷。

性別及年齡間形值差異

形值差異有時可作為年齡與性別判定的

參考(林 2013)。本研究將白尾鵪依據性別與年齡分為以下 6 群：(1) 一齡雄鳥(HYM)；(2) 一齡雌鳥(HYF)；(3) 二齡雄鳥(SYM)；(4) 二齡雌鳥(SYF)；(5) 超過二齡雄鳥(ASYM)；(6) 超過二齡雌鳥(ASYF)，並以 ANOVA 檢定不同性別年齡群間，於自然翼長(wing length)、尾長(tail length)、體重(body weight)、全頭長(head length)與跗蹠長(tarsus length)等形值的平均數是否有顯著差異，具顯著差異者，再以 Tukey's test 進行兩兩群體間平均值差異顯著性的檢定。

結 果

換羽模式

在繁殖季初及中期(3-6月)絕大多數超過一齡白尾鵪並未進行換羽。7月份，即繁殖期中後期幼鳥開始離巢，則已有50%超過一齡個體在進行全身性的「繁殖後換羽(postbreeding molt)」(n=18)，飛羽換羽比例最高在8月(75.0%，n=8)，9月已有部分超過一齡個體完成飛羽換羽，故比例開始降低(35.3%，n=17)，另9月體換羽比例達到最高點(82.4%，n=17)(圖2)。幼鳥(一齡)於5月開始有捕捉紀錄，7月幼鳥出現明顯的「後幼鳥換羽」，57%的幼鳥有體換羽(n=7)，並同樣於9月達體換羽的高點(85.0%，n=20)(圖1)。由換羽紀錄發現幼鳥僅進行體換羽，並無更換飛羽與尾羽，因此確定白尾鵪的「後幼鳥換羽」為「部分換羽」。另由於在一年的週期中，幾乎所有的超過一齡的白尾鵪僅在繁殖後進行換羽，且為全身性，因此白尾鵪的換羽模式屬於CBS策略。

由於白尾鵪的「後幼鳥換羽」屬「部分換羽」，因此在「繁殖後換羽」開始前大覆羽是否有幼羽留存，即大覆羽末端是否有黃色斑點，成為判斷個體年齡的重要依據之一(圖 2)。

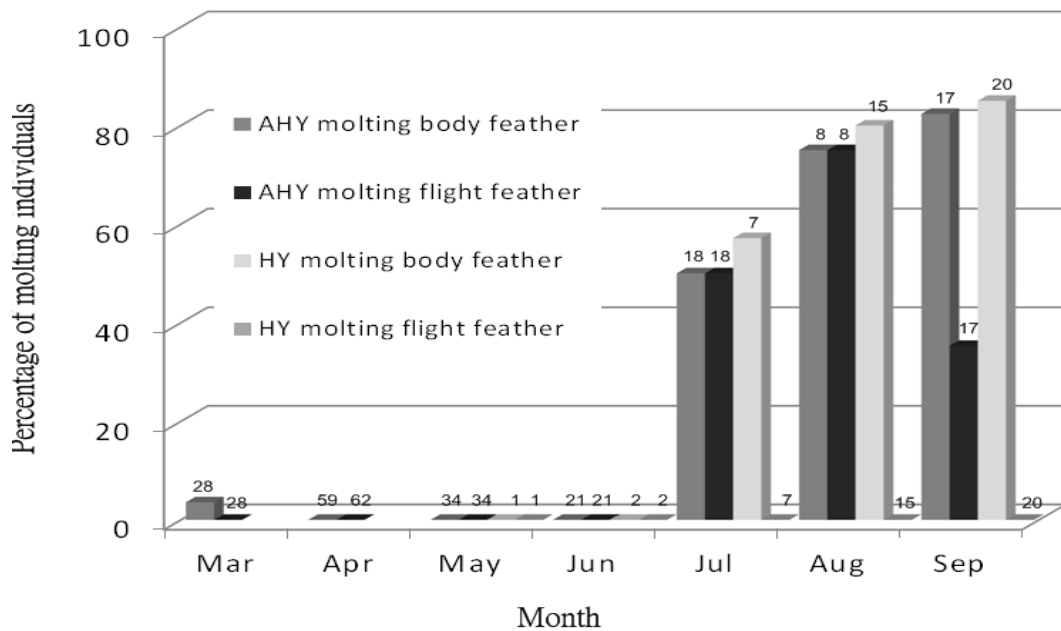


圖 1. 一齡(HY)及超過一齡(AHY)白尾鵲(*Cinclidium leucurum montium*)進行體換羽、飛羽換羽個體數占當月繫放總捕捉個體數的百分比。柱狀圖上方數字為該月份各類別捕獲數量。

Fig. 1. The percentage of individuals with molting flight or body feathers in each month in hatch year (HY) and after-hatch year (AHY) white-tailed robins (*Cinclidium leucurum montium*). The numbers above the bars denote the total number of observations in each group.

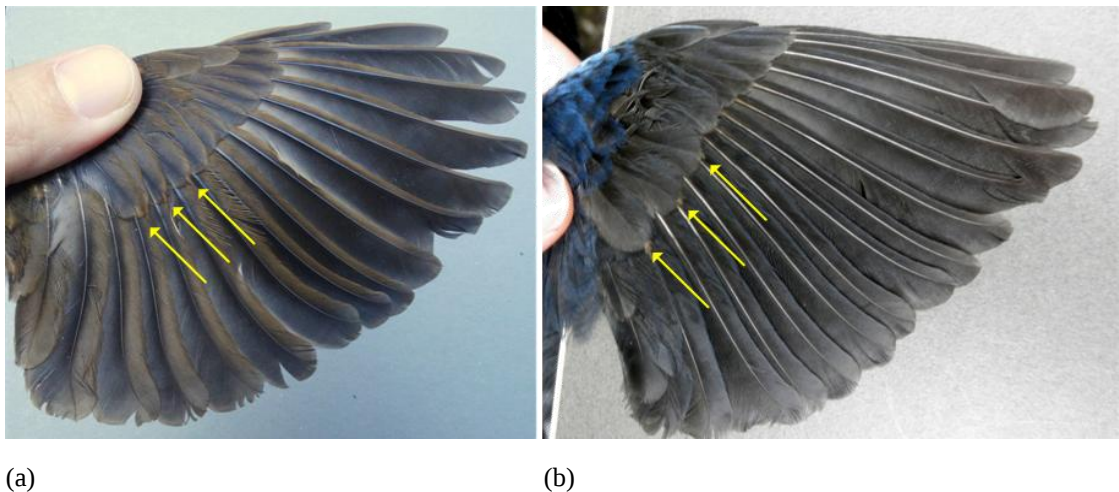


圖 2. 白尾鵲(*Cinclidium leucurum montium*)經後幼鳥換羽後留存的大覆羽幼羽 (箭頭所示)。(a)雌鳥；(b)雄鳥。

Fig. 2. Retained juvenile greater coverts (arrow pointed) in individuals of white-tailed robin (*Cinclidium leucurum montium*) after preformative molt. (a) female, (b) male.

性別、年齡間的形值差異

自然翼長在性別年齡群間有顯著差異 (ANOVA, $p < 0.05$)，不管在哪個年齡層，雄鳥翼長均顯著大於雌鳥 (Turkey's test, $p < 0.001$)，另超過二齡雄鳥的翼長顯著長於二齡雌鳥 (Turkey's test, $p < 0.05$) (圖 3)。尾長在性別年齡群間也有顯著差異 (ANOVA, $p < 0.05$)，不管哪個年齡層雄鳥尾長均顯著大於雌鳥 (Turkey's test, $p < 0.001$)，另超過二齡雄鳥的尾長則顯著比一齡及二齡雌鳥的尾長要長 (Turkey's test, $p < 0.01$) (圖 4)。體重部份，在性別年齡群間亦有顯著差異 (ANOVA, $p < 0.05$)，兩兩比較發現一齡雄鳥平均體重最重，顯著大於各年齡層雌鳥 (Turkey's test, $p < 0.05$)；二齡雌鳥體重最輕，顯著小於各年齡層雄鳥 (Turkey's test, $p < 0.05$) (圖 5)。全頭長

及跗蹠長的形值在性別年齡群間則沒有顯著差異。

由前述結果來看，雄鳥尾長為一可供年齡判斷參考的形值。一齡與尚未進行「繁殖後換羽」的二齡雌鳥的尾羽均為幼鳥羽毛，其長度分別為 67.0 ± 2.1 mm 及 65.7 ± 2.6 mm，且最大值均在 70mm 以下。而判斷為超過二齡的雄鳥，其尾羽為至少完成第 2 次基礎換羽 (second prebasic molt) 後的羽毛，其平均長度為 71.0 ± 4.1 mm，且 77% 的個體長度超過 70mm。故雄白尾鵯的尾羽長度可以 70mm 為分界，在「繁殖後換羽」之前超過 70 mm 非常可能為超過二齡，小於 70mm 則有可能為一齡或二齡。因此在繁殖季前期判斷雄鳥年齡時 (二齡或超過二齡)，除了大覆羽的幼羽留存線索，尾長可為輔助依據。

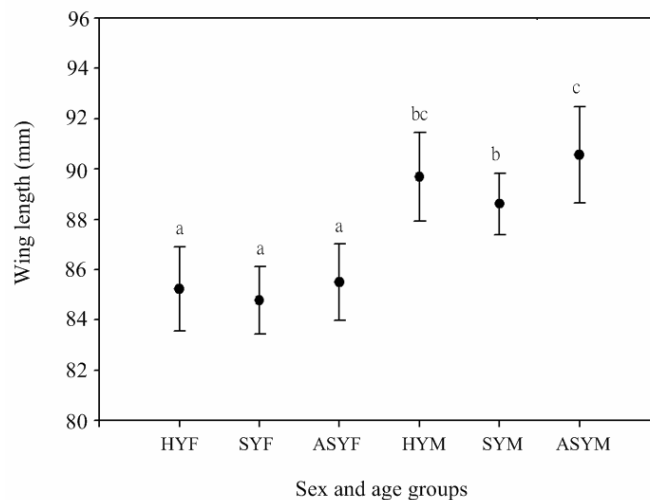


圖 3. 白尾鵯 (*Cinclidium leucurum montium*) 不同性別、年齡群的平均翼長與標準差。HYF = 一齡雌鳥；SYF = 二齡雌鳥；ASYF = 超過二齡雌鳥；HYM = 一齡雄鳥；SYM = 二齡雄鳥；ASYM = 超過二齡雄鳥。不同年齡、性別群無相同小寫字母表示兩兩平均值差異顯著 (Turkey's test, $p < 0.05$)。

Fig. 3. Mean and standard deviation of wing length of white-tailed robin (*Cinclidium leucurum montium*) in different sex and age groups. HYF, SYF, ASYF, HYM, SYM, and ASYM represent hatch year female, second year female, after second year female, hatch year male, second year male and after second year male group, respectively. The groups with different characters indicate that there was a significant difference from each other in mean values using Turkey's test.

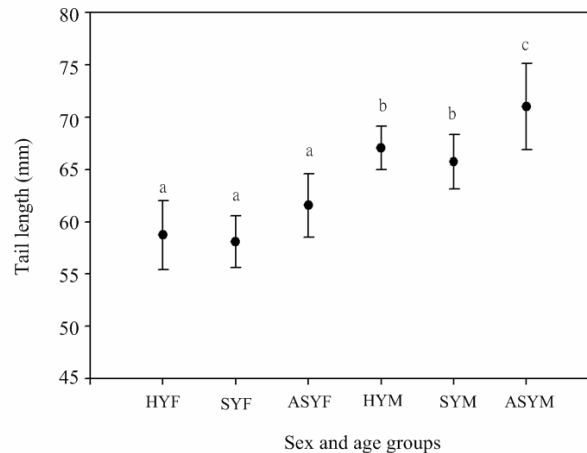


圖 4. 白尾鵲(*Cinclidium leucurum montium*)不同性別、年齡群的平均尾長與標準差。HYF = 一齡雌鳥；SYF = 二齡雌鳥；ASYF = 超過二齡雌鳥；HYM = 一齡雄鳥；SYM = 二齡雄鳥；ASYM = 超過二齡雄鳥。不同年齡、性別群無相同小寫字母表示兩兩平均值差異顯著(Turkey's test, $p < 0.05$)。

Fig. 4. Mean and standard deviation of tail length of white-tailed robin (*Cinclidium leucurum montium*) in different sex and age groups. HYF, SYF, ASYF, HYM, SYM, and ASYM represent hatch year female, second year female, after second year female, hatch year male, second year male and after second year male group, respectively. The groups with different characters indicate that there was a significant difference from each other in mean values using Turkey's test.

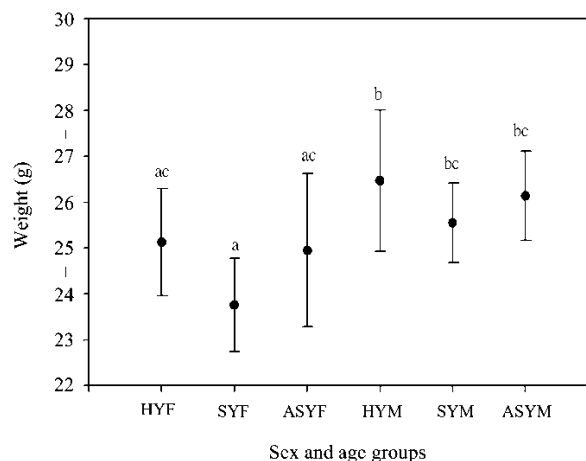


圖 5. 白尾鵲(*Cinclidium leucurum montium*)不同性別、年齡群的平均體重與標準差。HYF = 一齡雌鳥；SYF = 二齡雌鳥；ASYF = 超過二齡雌鳥；HYM = 一齡雄鳥；SYM = 二齡雄鳥；ASYM = 超過二齡雄鳥。不同年齡、性別群無相同小寫字母表示兩兩平均值差異顯著(Turkey's test, $p < 0.05$)。

Fig. 5. Mean and standard deviation of body weight of white-tailed robin (*Cinclidium leucurum montium*) in different sex and age groups. HYF, SYF, ASYF, HYM, SYM, and ASYM represent hatch year female, second year female, after second year female, hatch year male, second year male and after second year male group, respectively. The groups with different characters indicate that there was a significant difference from each other in mean values using Turkey's test.

年齡判別

依據前述資料，白尾鵪年齡可區別為一齡、二齡及超過二齡。各個年齡層判斷依據及方式如下：

一齡

主要判斷依據：幼鳥羽色、頭骨未完全氣室化、大覆羽幼羽留存。

指出生到當年 12 月 31 日。白尾鵪的幼鳥體羽及翼覆羽密布金黃色斑點，與經「後幼鳥換羽」後的個體截然不同。針對已完成「後幼鳥換羽」的個體，可由頭骨氣室化程度及大覆羽是否有幼羽留存來判別。頭骨氣室化不完全及大覆羽有幼羽留存均可明確判斷為一齡。在年末部分幼鳥頭骨氣室化已經完成，若發現大覆羽有幼羽留存的現象，則仍屬一齡。

二齡

主要判斷依據：大覆羽幼羽留存、尾羽長度<70mm(雄鳥)。

二齡是指出生年的隔年 1 月 1 日至 12 月 31 日。二齡鳥頭骨多已氣室化完成，大覆羽末端是否有殘存的金黃色斑點為年齡主要的判斷依據(圖 1)。在「繁殖後換羽」啟動前可以依據幼羽留存來判斷二齡，但進入「繁殖後換羽」後，由於屬幼羽留存的大覆羽將被更換掉，即無法依據大覆羽判斷是否為二齡鳥，此時若頭骨已完全氣室化且無大覆羽幼羽留存，應判定為超過一齡。要注意的是，大覆羽末端的黃色斑點偶而會因磨損而不易看見，因此在檢視時要特別仔細。另尾羽長度小於 70 mm 也可以作為雄鳥二齡判斷的輔助。此外，屬幼鳥羽毛的飛羽及尾羽的顏色、形狀與其他週期的有差別，經第二次基礎換羽後的飛羽及尾羽羽色較為深黑、羽毛

末端形狀較寬平、尾羽白斑範圍較大(圖 6b, 6d)；同部位幼鳥羽色偏褐、尾羽末端形狀凸圓、尾羽白斑範圍較小(圖 6a, 6c)。能夠參考的輔助證據越多，就越能提高年齡判斷的準確度。

超過二齡

主要判斷依據：大覆羽無幼羽留存、尾羽長度>70mm(公鳥)。

指出生後經過第二個 1 月 1 日。在繁殖季前期，由白尾鵪大覆羽的幼羽留存可以判斷是否為二齡，反之，在 1 月 1 日至「繁殖後換羽」前檢視大覆羽末端並沒有黃色斑點，則代表其至少是前年出生，可以判定其為超過二齡。另尾羽長度大於 70 mm 也可以作為雄鳥判斷年齡超過二齡的輔助。飛羽及尾羽的顏色及形狀同樣是參考依據。進入「繁殖後換羽」時期，由於二齡大覆羽幼羽已更換，因此無法斷定為二齡鳥或超過二齡，僅能判為超過一齡。

性別判別

由於白尾鵪雌雄鳥羽色為二型性，故從羽色即可判別性別，稍有疑慮的是剛離巢的幼鳥。白尾鵪雌雄幼鳥羽衣皆密布金黃色斑點，但幼鳥性別間除了體型差異外(主要為翼長及尾長的差異)，飛羽及尾羽顏色已有明顯的差別，雄鳥飛羽為黑色，外緣藍色；雌鳥飛羽則為褐色，外緣黃褐。此外，雖然雌雄幼鳥體羽皆為密布金黃色斑點的褐色，但是雄幼鳥體羽的褐色明顯較雌幼鳥為深(圖 7)。因此一齡幼鳥雌雄的判別由羽色就能夠加以區分。為利快速判定，另整理白尾鵪年齡與性別判定圖像式之歸納及摘要說明如圖 8。

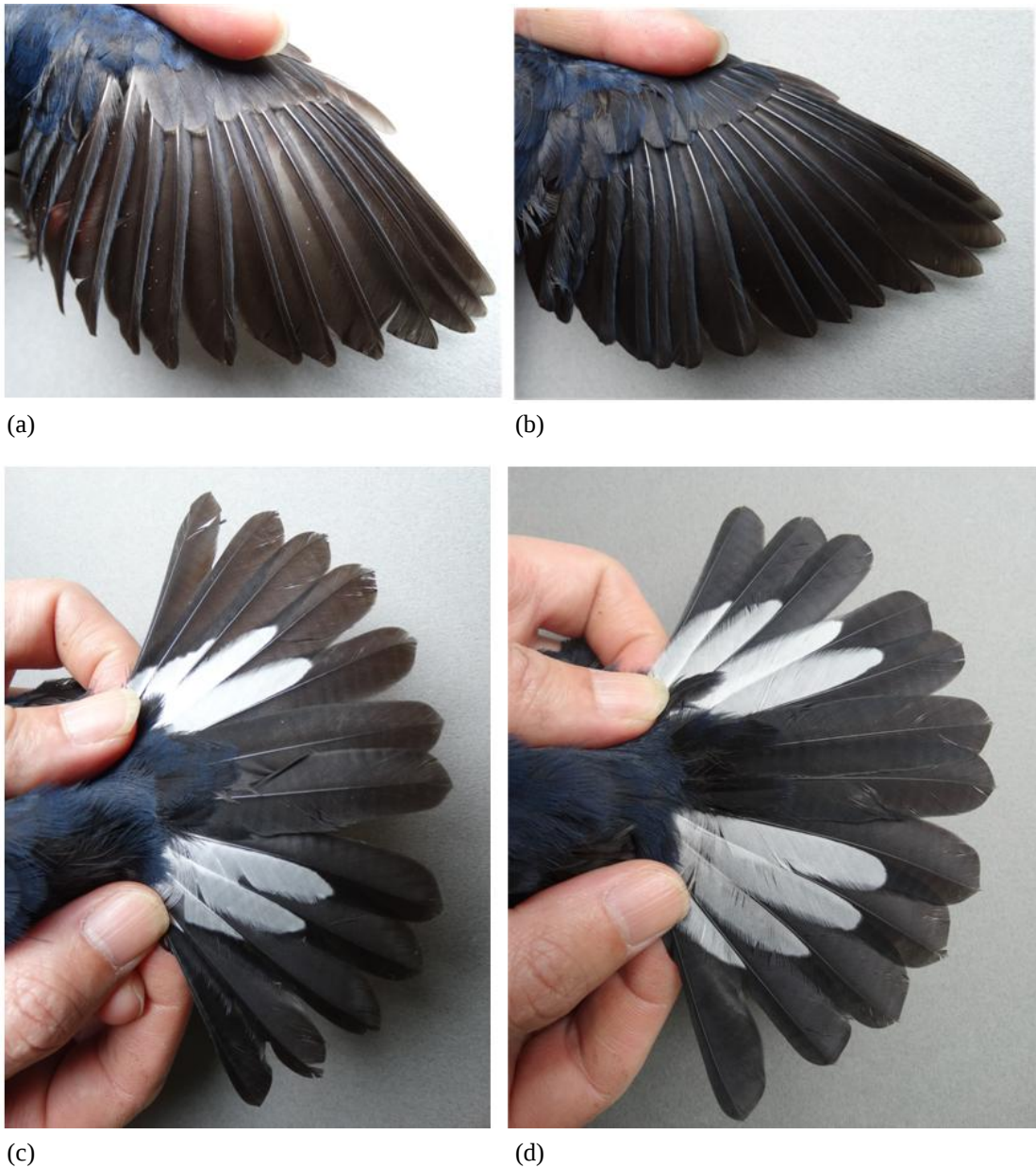


圖6. 白尾鳴(*Cinclidium leucurum montium*)經後幼鳥換羽後一齡鳥與成鳥(第二次基礎換羽後)飛羽、尾羽的外形比較。(a)幼鳥飛羽；(b)成鳥飛羽；(c)幼鳥尾羽；(d)成鳥尾羽。

Fig. 6. Comparisons of hatch year (after preformative molt) and adult (after second basic molt) flight and tail feathers of white-tailed robin (*Cinclidium leucurum montium*). (a) Juvenal flight feathers; (b) Adult flight feathers; (c) Juvenal tail feathers; (d) Adult tail feathers.

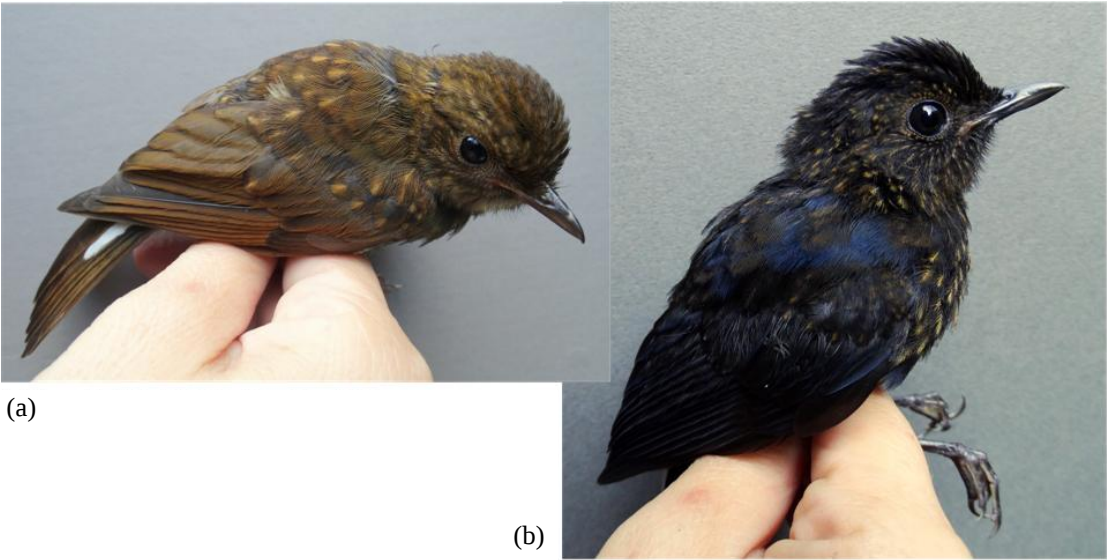


圖7. 白尾鵪(*Cinclidium leucurum montium*)雌雄幼鳥羽色差異比較。(a)雌鳥；(b)雄鳥。
Fig. 7. A comparison between male and female juvenal plumage of white-tailed robin (*Cinclidium leucurum montium*). (a) female; (b) male.

實際年齡	一齡鳥		二齡鳥		三齡鳥
羽衣	幼鳥羽衣	後幼鳥換羽	後幼鳥羽衣	繁殖後換羽	最終(成鳥)羽衣
判斷年齡	一齡鳥		二齡鳥	超過一齡 (>1)	超過二齡 (>2)
判斷依據	頭骨氣室化未完全 幼鳥羽毛 大覆羽幼羽留存		大覆羽幼羽留存 尾羽長度<70mm(限♂) 飛羽尾羽末端窄尖 尾羽白斑面積較小	頭骨氣室化完全 無大覆羽幼羽留存	頭骨氣室化完全 無大覆羽幼羽留存 尾羽長度>70mm(限♂) 飛羽尾羽末端寬平 尾羽白斑面積較大
說明	通常7月份幼鳥開始大量離巢，12/31前為一齡鳥，跨年後即為二齡。		7月繁殖後換羽開始之前，可以由大覆羽幼羽留存知道是去年出生，判為二齡。		7月繁殖後換羽開始，幼羽換掉便無法判出二齡，但至少是去年以前出生，判超過一齡(=二齡以上)。
捕捉月份	7		1/1		7

圖8. 白尾鵪(*Cinclidium leucurum montium*)換羽模式及年齡判斷簡表。
Fig. 8. A summary of molt patterns and age determination in white-tailed robin (*Cinclidium leucurum montium*).

討 論

白尾鵪分布於喜馬拉雅山區中部及東部、阿薩姆、緬甸、華中、中南半島、泰國東南部、海南島及臺灣(劉等 2012)，全球族群數量雖略有下降，但仍屬普遍，故在 IUCN 紅皮書上被列為無危(least concern)等級(BirdLife International 2014)。然而，其基礎生態研究仍相當有限，本文首度針對白尾鵪的換羽模式、年齡與性別判斷進行深入的探討。

白尾鵪屬於雀形目(Passeriformes)鶇科(Muscipidae)(劉等 2012)。鶇科的換羽模式多屬 CBS 或 CAS 類型，而「後幼鳥換羽」多為「部分換羽」(Howell 2010)。雀形目的「後幼鳥換羽」是在幼鳥離巢後不久即開始進行，如果是部分換羽則僅進行體羽部分的更新，初級及次級飛羽不更換，另翼覆羽、三級飛羽、尾羽則可能與體羽同時更換或者不更換(Jenni and Winkler 1994)。本研究確認白尾鵪的「後幼鳥換羽」與多數已知鶇科類似，亦屬「部分換羽」，且並未發現「繁殖前換羽」現象，故其換羽模式屬 CBS 類型。

由於白尾鵪的「後幼鳥換羽」確認為「部分換羽」，因此在適當時間，可以根據飛羽、尾羽及翼大覆羽的幼羽留存與否來判別二齡及超過二齡鳥。但在以大覆羽留存的幼羽(羽末端具金黃色斑點)來判定時須注意，幼羽質地本來就比較脆弱，且經過至少半年以上的使用，大覆羽羽緣的黃斑有可能因磨損而消失，故必須仔細檢視，並輔以尾長、飛羽質地、形狀等特徵來判別。另外，有些經第二次基礎換羽後的成鳥大覆羽會因為磨損較嚴重而呈現淡色羽緣，容易與幼羽的黃色斑點誤判。兩者的差別在於，幼羽留存的黃色斑點為倒三角形，羽軸也是黃褐色，而磨損造

成的淡色斑則羽軸不會呈現黃褐色，僅羽緣部分淡色。大覆羽的幼羽末端黃斑是相當穩定的特徵，但曾發現 1 隻一齡雄鳥的大覆羽末端並無黃斑，不過這樣的個體是極為少數的。

白尾鵪的性別判斷相對容易，從羽色即可判別，僅幼鳥羽衣時期的一齡鳥稍有疑慮。Renner and Rappole (2011)曾描述 4 只來自緬甸東北克欽(Kachin)的白尾鵪幼鳥，除稱有淺色(light)與暗色(dark)型之外，亦稱未見有性別二型性現象。但本研究所觀察之白尾鵪雌雄幼鳥羽衣，雖與 Renner and Rappole (2011)採集之標本相似，皆密布金黃色斑點，但發現雌雄幼鳥間除體型差異外，飛羽及尾羽顏色已有明顯差別，雄鳥飛羽為黑色，外緣藍色，雌鳥飛羽則為褐色，外緣黃褐。此外，雄幼鳥體羽的褐色明顯較雌幼鳥為深(圖 7)，故 Renner and Rappole (2011)對白尾鵪幼鳥的描述，可能因觀察數量不足而有誤，或至少不適用於臺灣的族群。

白尾鵪普遍分布於臺灣中低海拔山區，活動於森林底層且有固定的領域範圍，是進行鳥類族群長期監測非常理想的指標鳥種。MAPS Taiwan 即是一個於臺灣各地布設繫放站並以固定努力量(constant-effort)來監測不同海拔及棲地特性下，雀形目鳥類族群生產力及年間存活率變異的公民科學(citizen science)計畫(林 2012)，白尾鵪即是中海拔的重要指標鳥種。本研究是 MAPS Taiwan 計畫的成果之一，透過繫放資訊的彙整與分析，同時提升繫放員判斷鳥類性別及年齡的能力與準確度，強化資料的後續應用價值。

謝 誌

本研究由衷感謝 MAPS Taiwan 所有夥伴的長期努力與付出，特別是維持各繫放站運作的站長，胡登雄、許惠吟、陳士訓、陳嘉宏、吳麗蘭、蔡佑澤、張仁川、賴佳郎等，以及許多於假日前往繫放站參與的志工夥伴，謹此一併致謝。另感謝林務局南投林區管理處、嘉義大學社口林場、特有生物研究保育中心低海拔(烏石坑)及高海拔試驗站(合歡山)等提供繫放站場地及行政支援。

引用文獻

- 宋心怡、陳嘉宏、陳士訓、蘇美如、許惠吟、胡登雄、吳麗蘭、蔡佑澤、張仁川、吳世鴻、林瑞興。2013。臺灣鳥類生產力與存活率監測(MAPS Taiwan) - 2012 年度報告。行政院農業委員會特有生物研究保育中心，南投。
- 林瑞興、蘇美如、陳嘉宏。2014。雀形目鳥類年齡及性別判斷簡介。自然保育季刊 84: 34-41。
- 林瑞興。2012。臺灣鳥類生產力與存活率監測 2012 工作手冊。行政院農業委員會特有生物研究保育中心。
- 劉小如、丁宗蘇、方偉宏、林文宏、蔡牧起、顏重威。2012。台灣鳥類誌第二版(中)。行政院農業委員會林務局。
- BirdLife International. 2014. Species factsheet: *Cinclidium leucurum*. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 06/11/2014.
- Broughton, R. K., and S. A. Hinsley. 2008. Ageing and sexing marsh tits *Poecile palustris* using wing length and moult. Ringing & Migration 24: 88-94.
- Clark, G. A., Jr. 2004. Form and function: the external bird. In: S. Podulka, R. Rohrbaugh, Jr., and R. Bonney (eds). Handbook of Bird Biology, 2nd edition. The Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, New York, USA.
- Dunn, J. C., and C. Wright. 2009. Ageing and sexing the yellow hammer *Emberiza citrinella caliginosa* during the non-breeding season. Ringing & Migration 24: 240-252.
- Froehlich, D. 2009. Ageing North American landbirds by molt limits and plumage criteria. A photographic companion to the identification guide to North American Birds, Part I. Slate Creek Press, Bolinas, California, USA.
- Howell, S. N. G. 2010. Peterson reference guide to molt in North American birds. Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company, New York, USA.
- Humphrey, P. S., and K. C. Parkes. 1959. An approach to the study of molts and plumages. Auk 76:1-31.
- Jenni, L., and R. Winkler. 1994. Molt and ageing of European passerines. Academic press limited, London, UK.
- Limmer, B., and P. H. Becker. 2007. The relative role of age and experience in determining variation in body mass during the early breeding career of the common tern (*Sterna hirundo*). Behavioral Ecology and Sociobiology 61:1885-1896.
- Pyle, P. 1997. Identification guide to North American birds, Part I. Slate Creek Press,

Bolinas, California, USA.

Radley, P., A. L. Crary, J. Bradley, C. Carter, and P. Pyle. 2011. Molt patterns, biometrics, and age and gender classification of landbirds on Saipan, Northern Mariana Islands. *The Wilson Journal of Ornithology* 123:588-594.

Reed, E. T., G. Gauthier, R. Pradel, and J. D. Lebreton. 2008. Age and environmental conditions affect recruitment in greater snow geese. *Ecology* 84:219-230.

Renner, S. C., and J. H. Rappole. 2011. Description of first basic plumage for three muscicapid species found in the southeastern sub-Himalayan foothills, with notes on their taxonomy and ecology. *Ornithological Monographs* 70:142-152

Svensson, L. 1992. Identification guide to European passerines. Mirstatryck, Stockholm, Sweden.

Swierk, L., S. P. Graham, and T. Langkilde. 2014. The stress of scramble: sex differences in behavior and physiological stress response in a time-constrained mating system. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 68:1761-1768.

附錄 1. 白尾鵪(*Cinclidium leucurum montium*)不同性別、年齡群各項形值統計資料。(長度單位：mm；體重單位：g)

Appendix 1. Feature statistic values of white-tailed robin (*Cinclidium leucurum montium*) in different sex and age groups. (Length in mm; weight in g)

Age	Sex	Measurement	n	Mean	Std. Dev.	Median	Min	Max
Hatch Year	Female	Wing length	13	85.2	1.7	85.5	82.0	88.0
		Tail length	12	58.7	3.3	60.0	51.0	63.0
		Body weight	13	25.1	1.2	25.0	23.2	27.0
		Head length	13	37.9	1.8	38.3	32.2	39.4
		Tarsus length	13	27.1	1.7	27.3	22.1	28.5
	Male	Wing length	23	89.7	1.8	90.0	86.0	92.5
		Tail length	23	67.0	2.1	66.8	63.0	70.0
		Body weight	23	26.5	1.5	26.5	22.8	29.0
		Head length	23	39.0	0.8	39.0	37.6	40.6
		Tarsus length	23	28.9	0.7	28.9	27.2	30.3
Second Year	Female	Wing length	10	84.8	1.3	84.5	83.0	87.5
		Tail length	10	58.1	2.5	57.5	55.0	62.0
		Body weight	10	23.8	1.0	23.5	22.5	26.0
		Head length	10	38.5	0.8	38.5	37.2	39.7
		Tarsus length	10	27.8	0.8	28.0	26.6	29.3
	Male	Wing length	10	88.6	1.2	88.8	87.0	90.0
		Tail length	10	65.7	2.6	65.6	62.0	69.0
		Body weight	10	25.6	0.9	26.0	24.0	26.5
		Head length	10	39.3	0.5	39.5	38.5	39.8
		Tarsus length	10	28.5	1.1	28.4	27.1	29.9
After Second Year	Female	Wing length	17	85.5	1.5	85.3	82.7	88.0
		Tail length	17	61.6	3.0	60.8	54.0	66.0
		Body weight	17	25.0	1.7	24.5	22.8	28.2
		Head length	17	39.3	1.2	39.3	37.1	42.0
		Tarsus length	16	27.8	0.9	27.6	26.2	29.7
	Male	Wing length	22	90.6	1.9	91.2	87.0	93.7
		Tail length	22	71.0	4.1	72.0	62.0	78.0
		Body weight	22	26.1	1.0	26.5	23.9	27.8
		Head length	22	39.1	1.0	39.3	37.3	40.6
		Tarsus length	22	28.5	1.0	28.5	26.1	30.3