

國立屏東科技大學野生動物保育所

碩士學位論文

2005 年春季灰面鵟鷹(*Butastur indicus*)在中南部地區的北返遷徙模式

Spring Migration of Gray-faced Buzzard in the Central and Southern Taiwan
in 2005

指導教授：孫元勳博士

研究生：陳韻如

中華民國九十五年七月四日

摘 要

學號：M9217001

論文題目：2005 年春季灰面鵟鷹(*Butastur indicus*)在中南部地區的北返
遷徙模式

總頁數：37

學校名稱：國立屏東科技大學 系(所)別：野生動物保育研究所

畢業時間及摘要別：九十四學年度第二學期碩士學位論文摘要

研究生：陳韻如

指導教授：孫元勳博士

論文摘要內容：

本研究之目的在應用中央氣象局七股和墾丁氣象雷達站，配合彰化縣八卦山、南投縣埔中和高雄縣鳳山水庫三處逐日地面觀測，來分析 2005 年灰面鵟鷹(*Butastur Indicus*)春返時的鷹群結構、遷移路線、速度和高度等模式。從雷達回波圖顯示，鷹群結構中，鷹河長度平均為 4.93 ± 3.09 km；寬度平均為 2.23 ± 1.09 km，而在遷徙路線方面，經由台灣本島陸地北返的鷹群中，49.89 %的鷹群沿著嘉南平原北上；43.29 %的鷹群沿屏東春日鄉至高雄六龜鄉山區北上，其中只有 33.16 %的鷹群在北返行經中彰投一帶時會通過八卦山賞鷹點 10 km 半徑內；另外，本研究中首次證實，少數鷹群會選擇不過境本島方式直接由巴士海峽的島嶼飛過澎湖至對岸，或由高雄出海夜棲澎湖群島翌日再直飛大陸，這些鷹群約佔總量的 6.28 %。此外，鷹群在山區的飛行高度顯著高於平原線，但飛行速度則無顯著差異。

關鍵詞：灰面鵟鷹、氣象雷達、過境模式、遷徙路線、台灣

Abstract

Student ID: M9217001

Title of thesis: Spring Migration of Gray-faced Buzzard in the Central and Southern Taiwan in 2005

Total page: 37

Name of institute: Institute of Wildlife Conservation, National Ping-tung University of Science and Technology

Graduate date: July 2006

Degree conferred: Master

Name of student: Yun-Ju Chen

Adviser: Yuan-Hsun Sun Ph.D.

The contents of abstract in this thesis:

To investigate the migration route of gray-faced buzzard (*Butastur indicus*) in the spring of 2005, we used Chiku and Kenting weather surveillance radars and referred to ground count data (i.e. Baquashan, Changhua County; Bujhong, Nantou County; Fengshan Reservoir, Kaohsiung County) that were collected from three local bird societies simultaneously. Radar images showed that with reflectivity (dBZ) there were 49.89 % of buzzards migrated northward via Chia-Nan Plain, 43.29 % via mountain flyway between Liouguei Township of Kaohsiung and Chunrih Township of Pingtung County. Totally, there were only 33.16 % passed through 10-km-radius of the Baquashan. Besides, this study first verified some buzzards took a non-stop flight, from the Bashih Strait via the Penghu Archipelago to mainland China, or flew offshore from Kaohsiung and roosted on the Archipelago for the next-day journey. These two routes just composed of 6.28 % by the quantity of reflectivity. The flight height of this species was significantly higher via mountain flyway than via the Chia-Nan Plain flyway. But the flight speed was not significant different between the

two flyways.

Keywords: gray-faced buzzard, weather surveillance radar, staging pattern,
migration route, Taiwan

誌謝

終於可以寫致謝了，等這一天等了好久。在碩士生涯的這三年，輾轉換了三個題目，每一次都讓人想要放棄，只是憑著一股不服輸的信念，好像也不足以撐下去，每每不禁在心裡大喊著：天啊，我好不喜歡屏東喔！逃避的心理讓我三不五時就收拾包袱回台北，覺得溫暖的家、熟悉的城市和朋友起碼可以給我些慰藉。如今要畢業了，心理卻十分不捨這裡的一切一切。

那段難熬的日子裡，孫老師的信心喊話和耐心的包容，讓我這個時常逃避現實躲回台北不乖的學生，因著一份愧疚和無以言諭的感謝得以繼續完成研究；而嫵秀溫暖、耍寶的個性，陪我勇敢的踏出石山林道艾氏樹蛙研究的第一步，讓我又能充滿決心和信心繼續面對事實，他們二位的鼓勵是我繼續堅持下去沒有放棄的主因。謝謝義不容辭陪我上山的禎祺和他一票森林系的學弟，同時也感謝他和以臻收容身楚異鄉的我，及二房東秀琴的照顧。昌弘、阿孔、智筌學長適時的給予幫忙，使我得以堅持野外的研究，雖然最後艾氏樹蛙並沒有如預期般的出現，但那段野外收資料的日子也著實令人懷念，相信日後再次上山查看時，會有令人開心的發現。

這個論文的完成，首先還是感謝孫老師不厭其煩的指導與提供相關打工機會，謝謝鄧財文博士在氣象雷達專業知識上的解惑，與百忙之中抽空來替我口試且提供許多仍須注意事項的羅柳墀老師。在動筆寫論文的這學期裡，感謝育昇同學的並肩作戰，讓我能有個人互相討論疑惑，不會有孤軍奮戰的無力；孝宇、惠玲和準畢業生智筌學長、怡如學姐的陪伴與幫忙，使得鳥店即使到了晚上十一、二點依舊燈火通明，那種眾志成城的氣氛讓人信心十足，更加堅定畢業的決心，努力的克服一切研究中所出現的困難。這段漫長、緊張、沉悶的日子，謝謝豐民、郁毓、建宏、達章、珮綾三不五時的關心和陪伴，讓我得以找到宣洩壓力的出口，謝謝牧鄉總是耐心的聽我抒發苦悶心情，給我同理心的安慰和合宜的建議，也謝謝三年前的某個晴朗午後她和志平的引薦，讓我有幸成為鳥店的一員。

最後，感謝我的家人，謝謝老爸和老媽讓我這個任性的女兒跑到遙遠的屏東唸一個他們不怎麼了解的研究所，謝謝他們和弟弟的金援讓我得以過無憂無慮的學生生活，謝謝我的愛兔小貓在屏東共患難的陪伴。

很開心當初來屏東唸書的決定，經歷了許多的人、事、物，豐富了我的人生！

目錄

摘要.....	I
Abstract.....	II
誌謝.....	IV
目錄.....	VI
圖表目錄.....	VIII
壹、前言.....	1
貳、材料與方法.....	4
一、氣象雷達站地理位置及設備.....	4
二、氣象雷達回波資料處理.....	5
三、地面資料.....	6
四、資料統計與分析.....	7
參、結果.....	8
一、鷹群結構.....	8
二、飛行路線.....	10
三、過境時間.....	22
四、飛行高度.....	22
五、飛行速度.....	23
肆、討論.....	25

一、應群結構.....	25
二、飛行路線.....	25
三、過境時間及夜棲地之推測.....	26
四、飛行高度.....	26
五、飛行速度.....	26
六、鷹群數量探討.....	27
伍、結論.....	29
參考文獻.....	30
附錄一.....	35
附錄二.....	36
作者簡介.....	37

圖表目錄

圖 1、	七股氣象雷達站之都卜勒氣象雷達.....	4
圖 2、	墾丁氣象雷達站之都卜勒氣象雷達.....	5
圖 3、	2005 年 3 月 25 日最長的鷹河 15.3 km 出現在 07:03 的圖.....	8
圖 4、	鷹河長度、寬度的群數統計與平均回波值的關係(N=64).....	9
圖 5、	2005 年灰面鷲鷹於台灣中、南部遷徙路線圖.....	11
圖 6、	2005 年 3 月 10 日墾丁氣象雷達站觀測到鷹群(紅色圈) 於 11 點起陸續抵達恆春半島.....	12
圖 7、	2005 年 3 月 10 日灰面鷲鷹遷徙路線.....	13
圖 8、	2005 年 3 月 16 日灰面鷲鷹遷徙路線.....	14
圖 9、	2005 年 3 月 17 日灰面鷲鷹遷徙路線.....	15
圖 10、	2005 年 3 月 18 日灰面鷲鷹遷徙路線.....	16
圖 11、	2005 年 3 月 22 日灰面鷲鷹遷徙路線.....	17
圖 12、	2005 年 3 月 22 日 9 點 54 分墾丁氣象雷達站觀測到最 早抵達恆春外海的灰面鷲鷹群(紅色圈)正往西北方向飛行.....	19
圖 13、	2005 年 3 月 22 日 11 點 57 分七股氣象雷達估觀測到最 早抵達恆春外海的灰面鷲鷹群(紅色圈)在高雄外海朝北方 飛行.....	20
圖 14、	2005 年 3 月 22 日 13 點 07 分七股氣象雷達估觀測到最	

早抵達恆春外海的灰面鷲鷹群(紅色圈)側風通過澎湖群島上空.....	21
圖 15、2005 年春季灰面鷲鷹在不同時段過境台灣中部的回波值變化.....	22
圖 16、灰面鷲鷹飛行高度之群數統計與其佔總回波值之百分比.....	23
圖 17、灰面鷲鷹飛行速度之群數統計與其佔總回波值之百分比.....	24

壹、前言

從 1940 年代英國證實造成軍方監測雷達上不尋常回波的天使是鳥類後(Lack and Varley, 1945; Buss, 1946)，於第二次世界大戰結束雷達便廣泛的被發展用來研究鳥類的遷移(Eastwood, 1967)。而開始將雷達鳥類學應用到相關的物種保育，則是 1979 年時第一次以航海監測雷達來監控靠近電力線的鳥群所可能引起的碰撞危機 (Gauthreaux, 1985; Gauthreaux and Bslser, 2003)。這些監測雷達可以偵測到的範圍為 100 至 240 公里，其中機場監測雷達(airport surveillance radars [ASR])可追蹤機場 120 公里內的鳥群(Gudmundsson, 1993; Alfiya, 1995)，而氣象監測雷達(weather surveillance radars [WSR])則可偵測到氣象站 240 公里範圍內的鳥(Larkin et al., 2002; Diehl et al., 2003)。1950 年代後期，美國的二種氣象雷達系統 WSR-57 和 WSR-74C 對遷徙鳥類的量化研究貢獻良多，是往後三、四十年間被廣泛用來研究鳥類遷移的方法之一(Gauthreaux, 1970)。隨後取而代之的都卜勒氣象雷達 WSR-88D 除了解析度更好外，還能更準確的偵測到微弱的反射波如鳥、昆蟲和蝙蝠(Larkin, 1984)，提供關於遷移動物的密度、遷移海拔、方向、速度等(Gauthreaux and Belser, 1998; Gauthreaux et al., 1998; Berthold, 1999)。如 1985 年在德州南方以航海雷達對巨翅鷹(*Buteo platypterus*)春季的遷徙所做的研究中可看出其遷徙的範圍從德州北方到德州東北方約 350 km; 一天不同時間中鷹群飛行高度的變化從中午的 1000 多公尺到清晨和傍晚的 200 多公尺; 風向與其以熱氣流滑翔時的飛行方向相關等(Kerlinger et al., 1985)。1998 年以 “superfedermaus 雷達” 監測地中海雀鷹 (*Accipiter brevipes*)1991~1992 年的遷徙發現，於春季和秋季的日間遷徙中，90% 的鷹群飛行高度約在 1000 m 以下，其中 50% 的鷹群飛行高度在 200-600 m，且春季飛行高度較秋季高; 飛行方式春秋二季類似，在中午時多利用熱氣流以滑翔飛行(soaring)(Spaar, 1998)，這對於遷移的研究裨益良多。

台灣各地對於遷徙性猛禽南遷與北返的研究與調查已持續多年，但大多為地面資料(林思民等，1995；蔡乙榮，1996；李璟泓，2000；2002；陳世中，2003；2004)，且調查地點以墾丁、八卦山和觀音山為主(陳恩理，2003)，這種調查方式雖然可得知特定點的遷鳥數量與遷移時間，但受人力、物力、時間及地形等種種因素的影響下，對於這些猛禽的飛行行為、遷移路徑以及春秋兩季抵達和離開台灣的地點仍有待進一步的研究。2002年中央氣象局完成「建立台灣地區都卜勒氣象雷達網計畫」在五分山、七股、墾丁、花蓮共設四座氣象雷達站，台灣全區均為雷達偵測範圍所涵蓋。近年來，經過初步測試得知，墾丁氣象雷達站可運用在赤腹鷹季南遷的過境行為研究(藍正裕，2003)，包括出海後飛行動態、遷移鷹河長度與寬度等，惟該報告僅針對三日遷移高峰的鷹群進行調查，之後於墾丁國家公園內進行的春季及秋季過境猛禽族群調查，讓我們得以進一步了解赤腹鷹和灰面鵟鷹的過境模式，包括鷹群結構和數量、飛行高度、登陸地點、飛行路徑、飛行速度和方向等資訊，但是雷達死角看不到恆春半島以北的遷移狀態(王誠之、孫元勳，2004；2005)。

截至目前為止，台灣地區對於遷移性猛禽的研究多著重於灰面鵟鷹，其與赤腹鷹的數量是台灣地區約二十種的遷移性猛禽中數量最多的(蔡乙榮等，2003)，這二種猛禽每年約九、十月間大量過境台灣中南部，以恆春半島數量最多，春天由南返北，台灣剛好位於亞洲一系列弧形列島的中點，是每年猛禽南遷北返途中的重要休息處(MuClure, 1974; Ferguson-Lees et al., 2001)。由歷年來灰面鵟鷹的相關研究中已可大致掌握其於本島的遷移數量和路線(林世松等，1986；林正二，1990；林正二等，1991；劉小如，1991；蔡乙榮，1996；蕭慶亮，1997；蕭慶亮等，1998；關永才等，1998；黃光瀛，1999；李璟泓，2000；2002；陳恩理，2003；蔡乙榮等，2003)，這些報告顯示：每年10月上旬起可見大批灰面鵟鷹過境恆春半島南端，3月中旬起則可在台灣中南部地區觀測到春返鷹群。從各地野鳥學會地面調查資料的拼湊結果，李璟泓(2002)分析與推測，灰面鵟鷹北返的遷徙路線大致分成東、西部兩線，其中西部遷徙路線又可區分為三條路線；一條沿中央山脈西緣通過八卦山區，由濁水溪口以北至觀音山以南的海岸線出海；一條由西南海岸飛行出海經過澎湖，兩者在屏東縣枋寮就已分道；另一支可能沿中央山脈北上。根據目

前資料雖可知春返過境八卦山的灰面鵟鷹是台灣數條路線中最大的族群，然而由於調查人數與經驗的不同、觀察地點的位置、高度與能見度等種種限制條件影響下，可合理懷疑過境八卦山區的灰面鵟鷹實際應不只所見到的數量，且整體經台灣本島春返的鷹群數量也應不只地面幾個觀測點(如屏東縣墾丁、高雄縣鳳山水庫、彰化縣八卦山、南投縣埔中)所見到的數量(王誠之、孫元勳，2004；2005)。

本研究的目的是在應用中央氣象局七股與墾丁二處氣象雷達站的都卜勒雷達之基本反射回波圖及基本速度場圖，觀測 2005 年春季灰面鵟鷹進行北返時的過境模式，欲探究的問題包括：一、印證歷年地面調查所推測之西部遷移路線；二、濁水溪口以南是否有出海鷹群經過澎湖；三、地面記錄數量最多的八卦山調查點對於監測春季灰面鵟鷹群北返的遺漏情形。

貳、材料與方法

一、氣象雷達站地理位置及設備

本研究中的雷達觀測為使用中央氣象局位於台南縣七股鄉鹽埕村，緊鄰鹽埕分處所的七股雷達氣象站(東經 120.0691°，北緯 23.1477°；雷達天線高度距海平面約 30 m)(圖 1)，與位於恆春半島的墾丁雷達站(東經 121°50'50"，北緯 21°54'09"；雷達天線高度距海平面約 40.85 m)(圖 2)。二氣象雷達皆採用德國 SELEX-Gematronik 公司製造之 METEOR 1000S 都卜勒雷達，七股雷達站每 10 分鐘 360°掃描 9 個仰角(0.5°~19°)一次；墾丁雷達站每 8 分鐘 360°掃描 9 個仰角(0.5°~19°)一次，處理後的影像像素(pixel)解析度皆為 1°×1°×250 m。



圖 1、七股氣象雷達站之都卜勒氣象雷達



圖 2、墾丁氣象雷達站之都卜勒氣象雷達

二、氣象雷達回波資料處理

本研究檢視墾丁和七股雷達站 2005 年 3 月 10 日~31 日上午 5 時至下午 6 時整之基本原始資料。雷達回波圖與速度場影像圖的掃描方式主要採用最低角度掃描仰角(0.5°)，掃描半徑為 230 km，可掃描的鷹群飛行高度介於 30~1197 m。將所得雷達回波圖配合速度場影像圖來過濾雜訊，找出並追蹤鷹群位置，同時配合墾丁氣象雷達站與彰化八卦山、高雄鳳山水庫二處地面資料，從中擷取單日雷達或地面資料中灰面鵟鷹過境數量超過一千隻的日期作為統計樣本(即 3 月 10、16、17、18、19、22、23、24、25、27 日)，至於當月份其餘 21 日的地面資料鷹群過境數量總和僅約 3000 隻，雷達回波圖上相對應的鷹群數少、不明顯且無特殊遷徙路徑，不致於明顯影響本研究的分析結果。在此研究期間中其他猛禽種類僅有赤腹鷹 1 隻、台灣松雀鷹(*Accipiter gularis*) 1 隻、魚鷹

(*Pandion haliaetus*) 1 隻、鵟(*Buteo buteo*) 1 隻、鳳頭蒼鷹(*Accipiter trivirgatus*) 5 隻、大冠鵟(*Spilornis cheela*) 6 隻和蜂鷹(*Pernis apivorus*) 37 隻，所呈現的雷達回波量少並不足以造成影響，故本研究中不考慮其他種類所引起的干擾。本研究對灰面鵟鷹群的判定標準係根據地面過去調查發現其異於其他鳥類的特有帶狀群聚飛行方式，選擇雷達螢幕上移動目標長度達 1 km 以上的飛行物體，並配合當時的地面資料加以佐證。另通過七股雷達站一帶的鷹群，由雷達站南邊接近的鷹群會慢慢進入雷達的掃描死角而消失於螢幕，一直要等到鷹群飛到雷達站北邊大約 30-50 km 後才會再度出現在螢幕，為避免重覆計算，本研究選擇以雷達站以北的鷹群進行速度、高度的分析；不過在遷移路線上的分析部份，則將雷達站北邊出現的鷹群視為由南邊過來的個體。為量化本研究鷹群之飛行模式，經雷達回波對以下因子加以定義(藍正裕，2003)。

(一)鷹河規模：當鷹河影像完整出現時(距離雷達站 40-80 km)，測量鷹河的長度和寬度。

(二)飛行速度估算：當鷹河影像完整出現且可前後追蹤時，測量鷹河前後 10 min 的位移距離(cm/min)，再換算成時速(km/hr)。

(三)飛行高度測量：以標準大氣壓下之有效地球半徑(4/3 地球曲率半徑)，應用標準折射時雷達波束距地表的高度公式，計算求出鷹群消失於螢幕前的飛行高度(h)。(Doviak and Zrnic, 1993)

$$h = \sqrt{r^2 + R^2 + 2r \sin \theta} - R + H$$

r:目標物與雷達的距離；R:有效地球曲率半徑= 8504 km； θ :雷達最低天線仰角(0.5°)；H:雷達天線高度=30 m(七股氣象雷達站)

三、地面資料

2005 年春季灰面鵟鷹北返過境彰化縣八卦山、南投縣埔中和高雄縣鳳山水庫等 3 處地面資料參考台灣猛禽研究會網頁(<http://www.raptor.org.tw>)收集的當地野鳥學會調查記錄(附錄 1)。

四、 資料統計與分析

本研究將飛行路線分為海線、平原線和山線(中央山脈西緣)，以了解灰面鵟鷹於台灣本島中南部的過境路線，並探討既有之地面觀測點對於春返鷹群的掌握情形。資料分析部份，以 SPSS 8.0 中文版統計軟體進行 Mann-Whitney U test，比較鷹群於陸域和海面的飛行高度與時速及平原線和山線的飛行高度與時速，顯著水準定在 0.05。

參、結果

一、鷹群結構

本研究由七股雷達判讀共計 98 個灰面鵟鷹群，扣除雷達以北可能重覆計算之鷹群後，鷹群長度介於 1.275~15.3 km，圖 3 為 3 月 25 日於中央山脈起鷹，長度最長達 15.3 km 的一鷹群，大部分鷹群的長度約 1~5 km，平均為 4.93 ± 3.09 km；寬度介於 0.425~4.675 km，大部分鷹群的寬度約 2~3 km，平均為 2.23 ± 1.09 km(圖 4)。

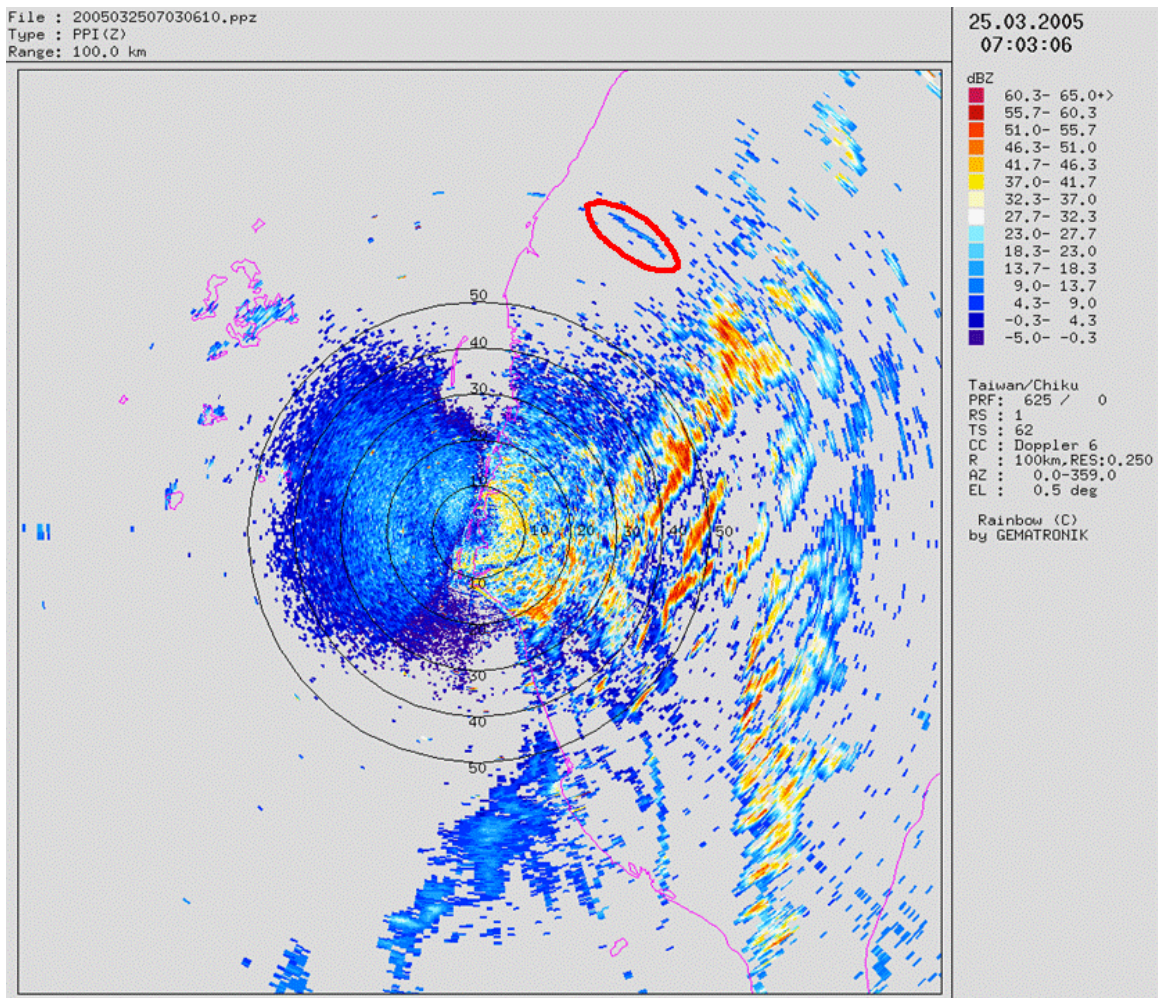


圖 3、2005 年 3 月 25 日最長的鷹河 15.3 km 出現在 07:03 的圖

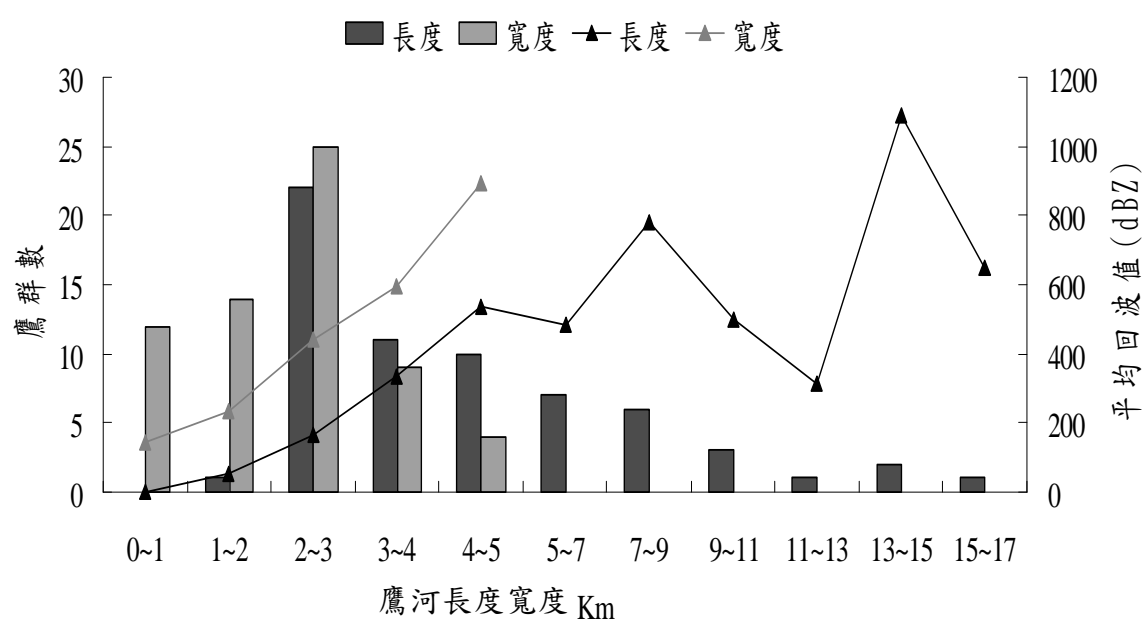


圖 4、鷹河長度、寬度的群數統計與平均回波值的關係(N=64)

二、飛行路線

本研究分析的灰面鵟鷹群中(n=98)，多數係沿著本島陸地北返，其中 55 (61.80 %)個鷹群飛行路線沿著嘉南平原，回波量(20216.7 dBZ)約佔 49.89 %；28 (31.46 %)個鷹群飛行路線為山線，回波量(17540 dBZ)約佔 43.29 %，在陸域遷徙的這些鷹群中，通過八卦山賞鷹點 10 km 半徑內的鷹群回波量為 13436，僅佔總回波值的 33.16 %；採取海線飛行路線的只有 6 (6.74 %)個鷹群，牠們由台灣西南海域朝西北方向前進，回波量(2546.4 dBZ)約佔 6.28 % (圖 5)。

以陸地飛行路線而言，3 月 10 日係墾丁雷達站觀測到 2005 年灰面鵟鷹數量較大量的第一天，該日自早上 11 點整起鷹群陸續抵達恆春半島(圖 6)，七股雷達接手觀測顯示，13 點 07 分鷹群開始出現於屏東縣泰武鄉平和和武潭村一帶上空並朝北北西方飛行，經過高雄縣旗山和六龜間山區，在濁水溪一帶脫離雷達死角後北飛往八卦山區(圖 7)。3 月 16 日，5 點 38 分七股雷達掃瞄到鷹群在屏東縣春日鄉起鷹，6~8 點間經過鳳山水庫、路竹和旗山間陸地，脫離雷達死角後，部份經雲林縣土庫北上，多數經嘉義縣中埔和八卦山，並持續北飛(圖 8)。3 月 17 日，一部份鷹群在 9 點 40 分起循著 10 日的山區飛行路線遷移，但是大多數鷹群在 6 點 30 分和 10 點 20 分間出現在鳳山水庫和柴山並向北飛行，經燕巢和崗山間鄉鎮，隨後在 12 點至 14 點 20 分依序經過雲林縣褒忠和南投縣集集間陸地(含八卦山)(圖 9)。3 月 18 日，6 點 04 分有鷹群在春日鄉土文村附近山區起鷹，而在更南邊夜棲的鷹隻則陸續通過該地，直至 9 點 14 分前方止，北返路線和 10 日類似，但是部份鷹群飛往八卦山以東的集集鎮(圖 10)。此外，在墾丁雷達觀測到單日鷹群過境數量最多的 3 月 22 日，10 點 02 分~17 點 22 分間鷹群陸續飛抵恆春半島陸地和西邊外海，由七股雷達接手觀測發現，12 點 07 分鷹群開始出現於屏東縣春日鄉力里村上空並朝北續行，途中經過來義鄉丹林村、泰武鄉平和村和武潭村、山地門鄉口社村、高雄縣茂林鄉茂林村，接著朝北北西飛過六龜、台南縣玉井，進入雷達死角後再經由嘉義縣中埔村一帶，往北或東北方飛往彰化縣八卦山和南投縣日月潭之間的山區(圖 11)。

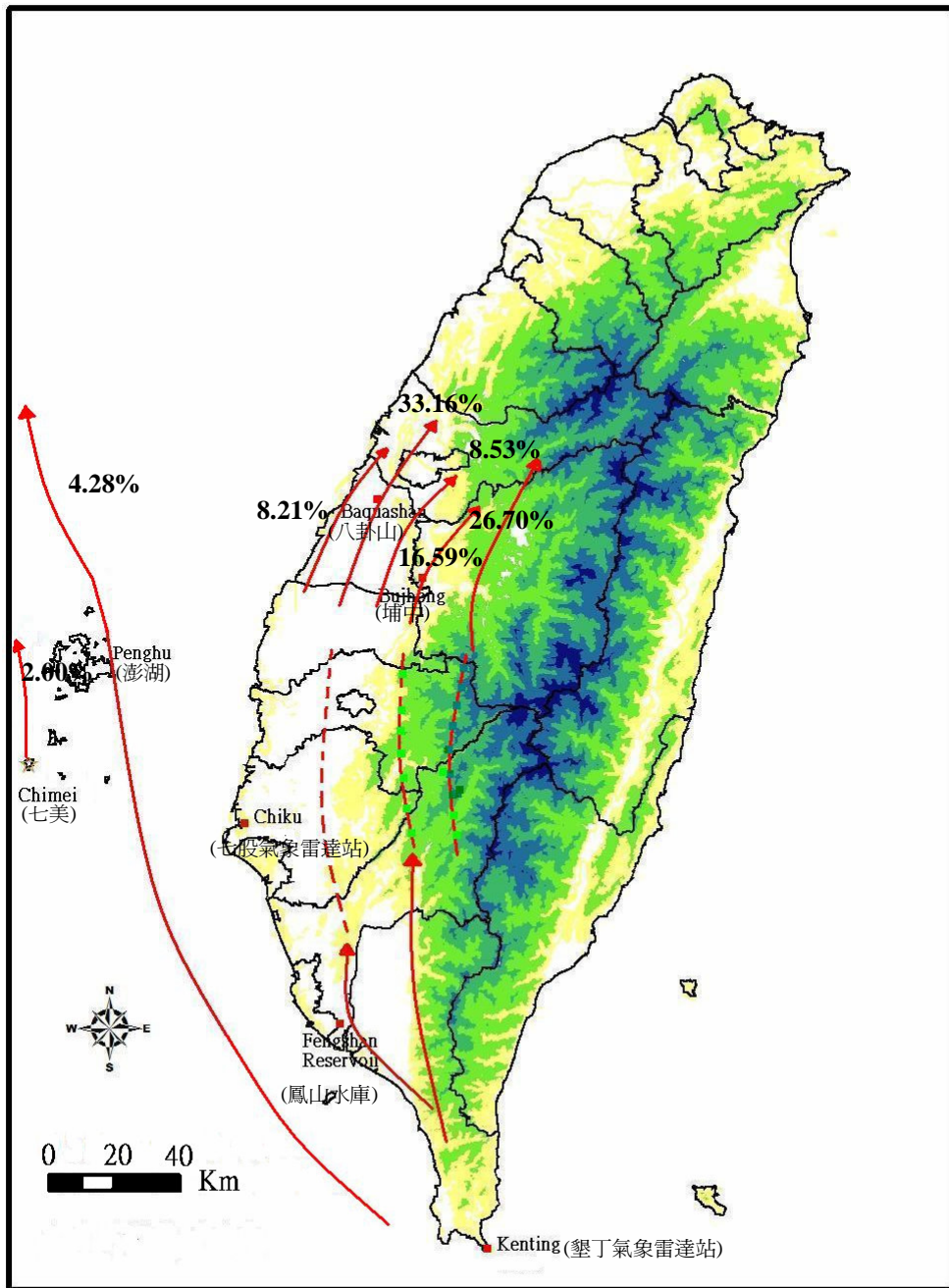


圖 5、2005 年灰面鵟鷹於台灣中、南部遷徙路線圖。百分比為每條路線佔總雷達回波值(dBZ)的比例。實線為雷達圖上觀測到的遷徙路線；虛線為雷達死角內推測的遷徙路線

File : 2005031011465556.ppz
Type : PPI(Z)
Range: 100.0 km

10.03.2005
11:46:55

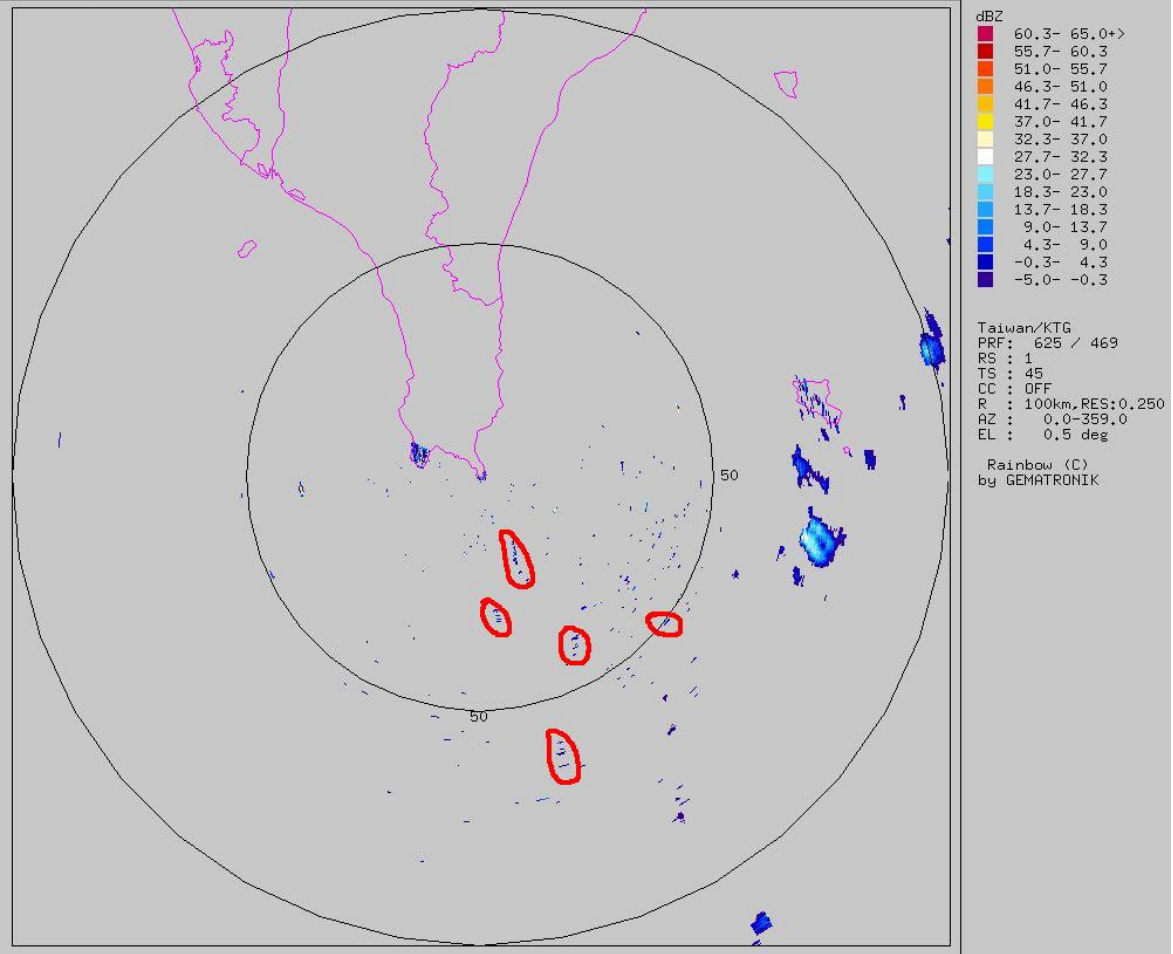


圖 6、2005 年 3 月 10 日墾丁氣象雷達站觀測到鷹群(紅色圈)於 11 點起陸
續抵達恆春半島

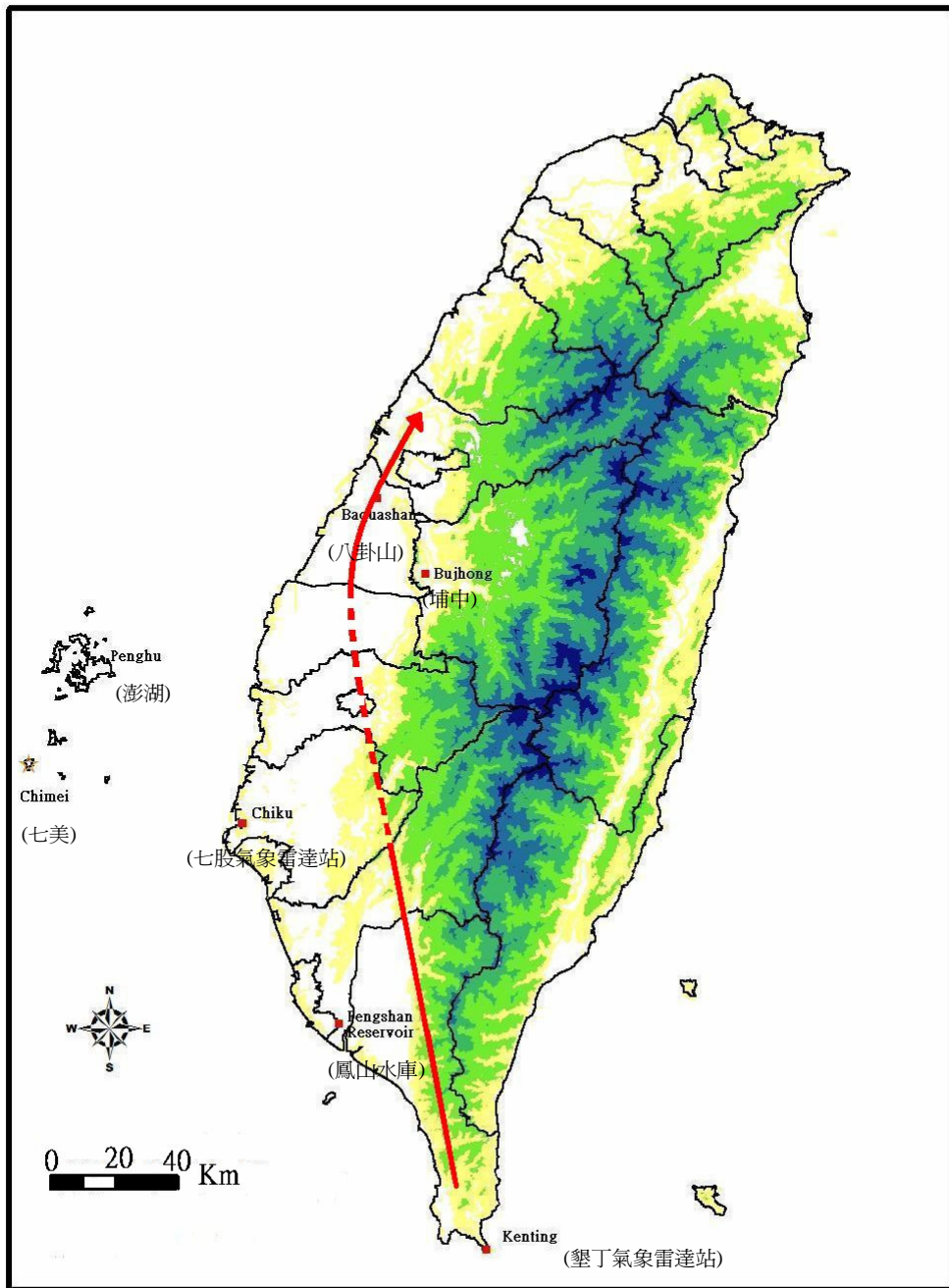


圖 7、2005 年 3 月 10 日灰面鵟鷹遷徙路線。實線為雷達圖上觀測到的遷徙路線；虛線為雷達死角內推測的遷徙路線

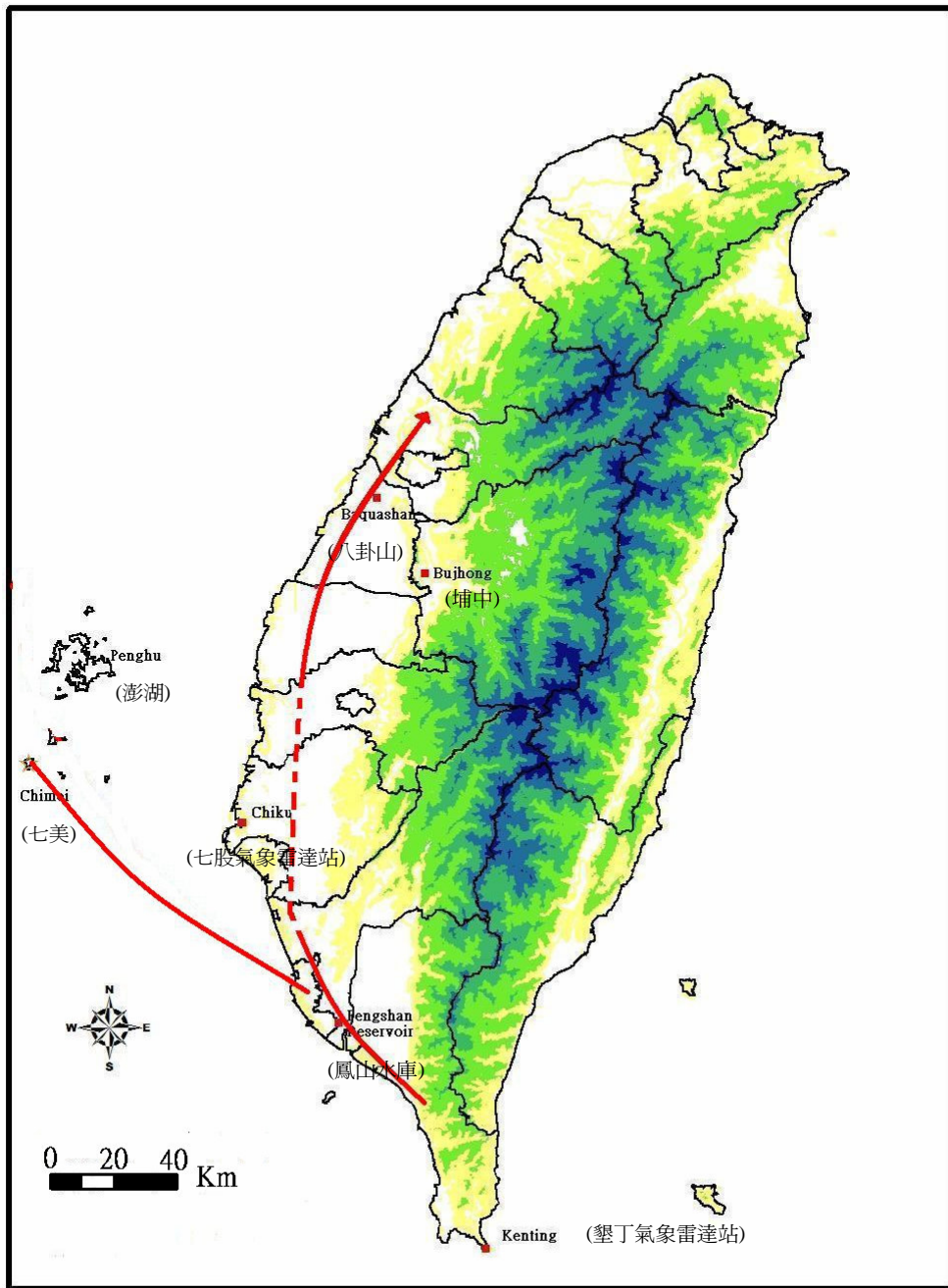


圖 8、2005 年 3 月 16 日灰面鵟鷹遷徙路線。實線為雷達圖上觀測到的遷徙路線；虛線為雷達死角內推測的遷徙路線

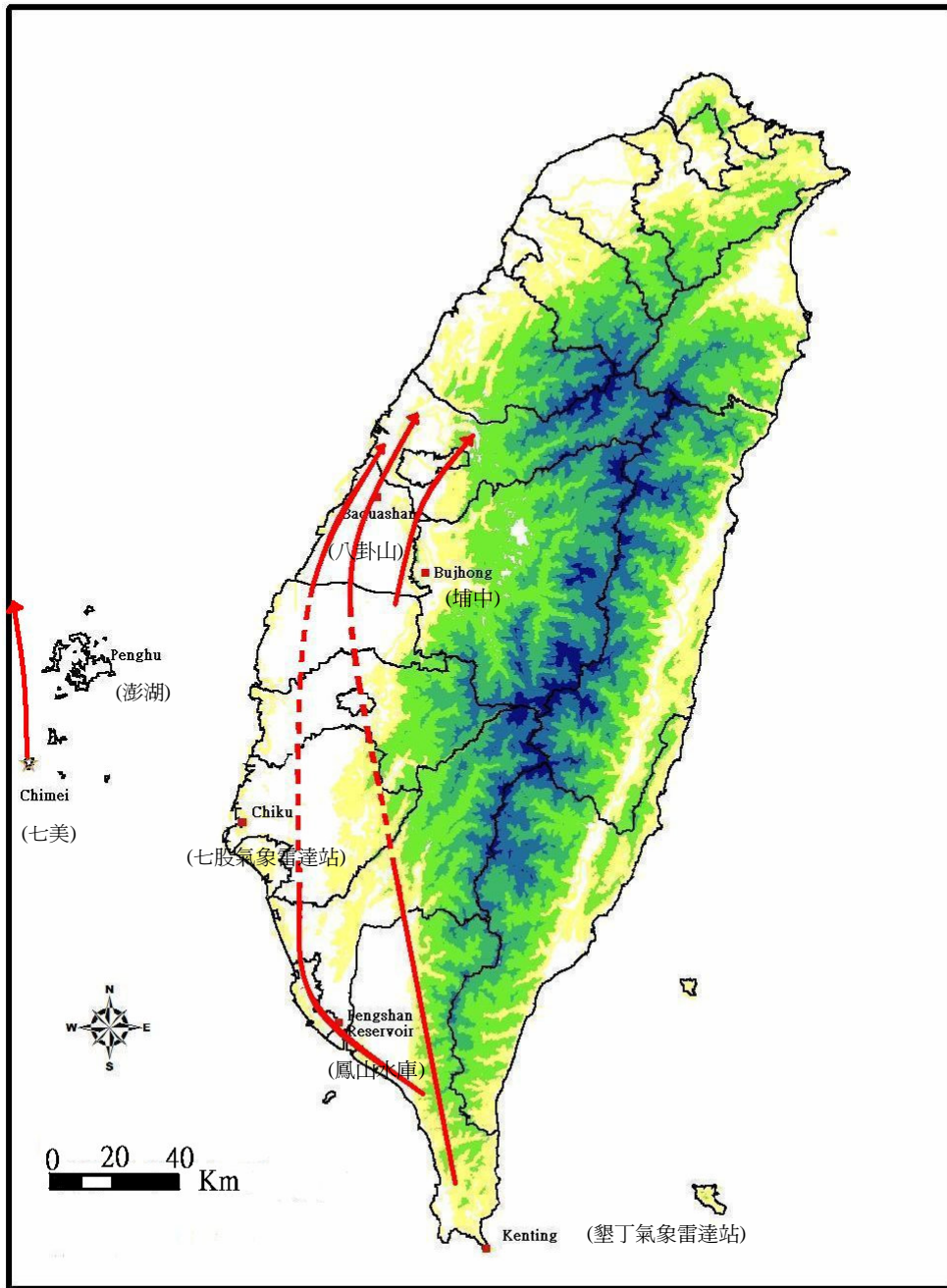


圖 9、2005 年 3 月 17 日灰面鵟鷹遷徙路線。實線為雷達圖上觀測到的遷徙路線；虛線為雷達死角內推測的遷徙路線

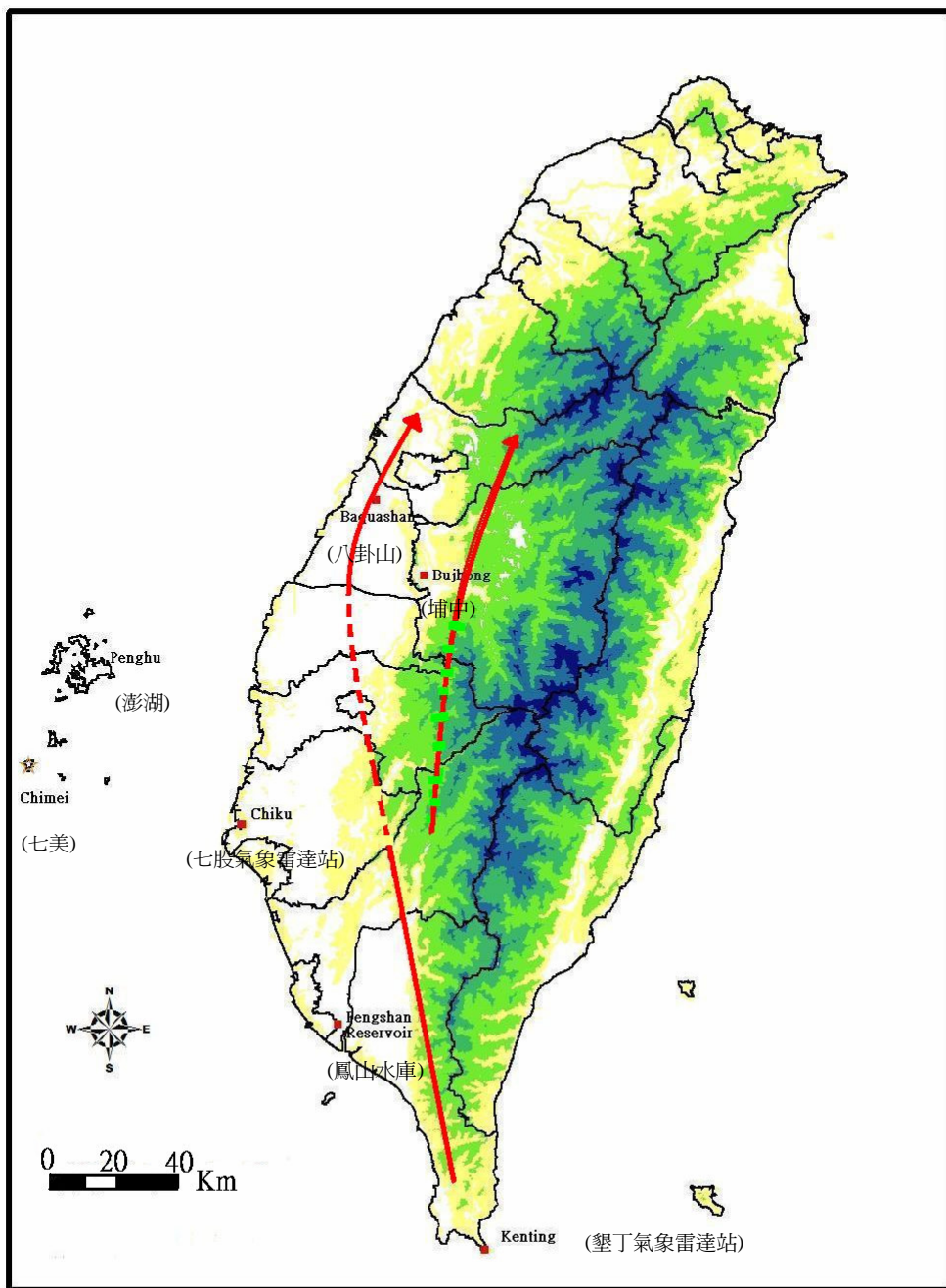


圖 10、2005 年 3 月 18 日灰面鵟鷹遷徙路線。實線為雷達圖上觀測到的遷徙路線；虛線為雷達死角內推測的遷徙路線

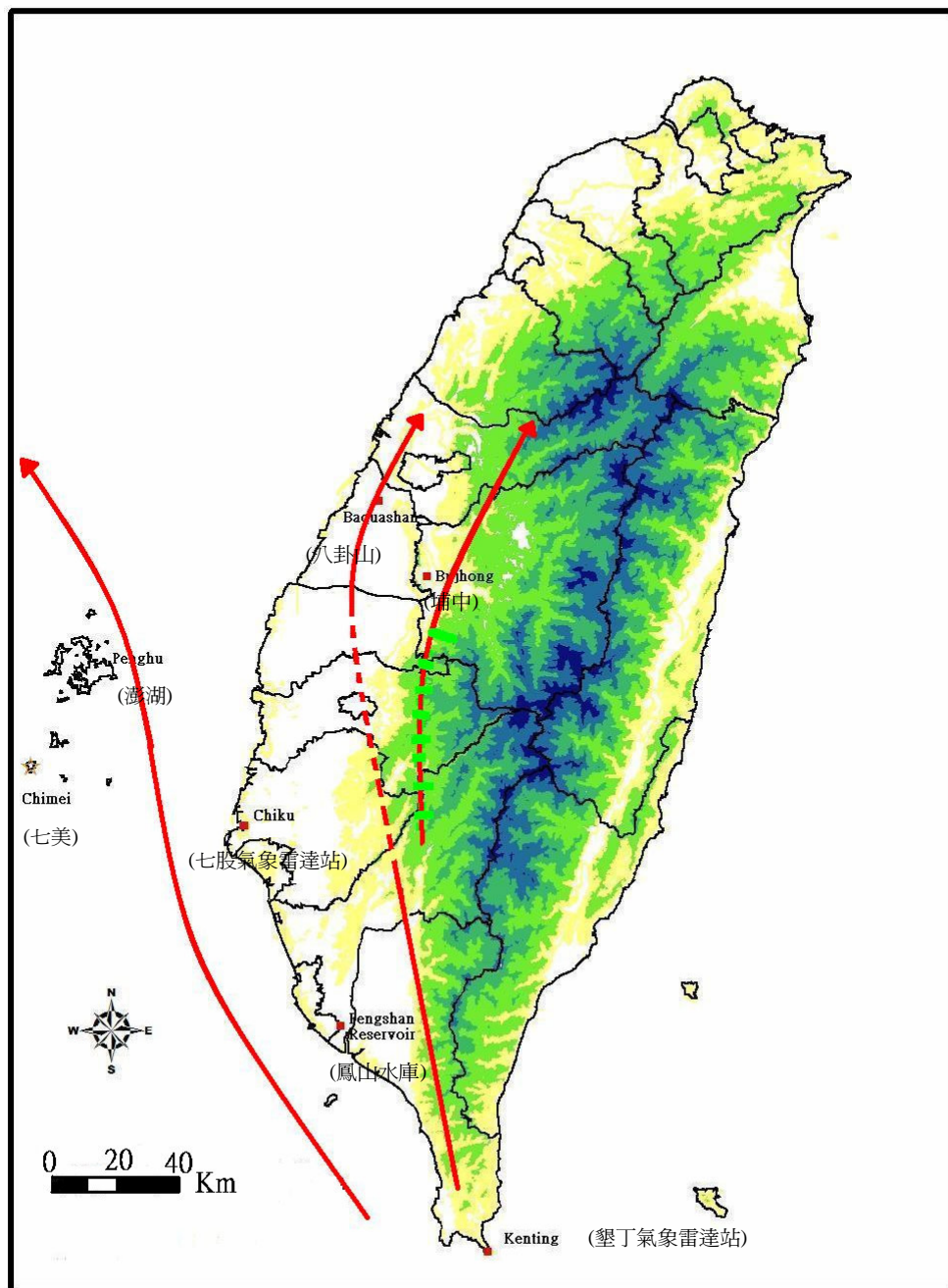


圖 11、2005 年 3 月 22 日灰面鵟鷹遷徙路線。實線為雷達圖上觀測到的遷徙路線；虛線為雷達死角內推測的遷徙路線

海線遷徙方面，3月16日16點50分有3群鷹由林園和柴山間出海朝西北飛行，隔日6點10分在澎湖七美起鷹續往西北飛行(圖8、9)。另鷹群數量最多的3月22日當天，最早抵達(9點54分)恆春西邊外海約50 km的一個鷹群(長度約15 km)，順著東南風朝西北飛行(圖12)(王誠之、孫元勳，2005)，七股雷達接手發現10點47分它已在小琉球西邊約55 km海面上，接著遇上西南風，在高雄市外海約25 km處轉朝北向行進，直到嘉義布袋外海才又朝西北向(圖13)，側著風通過澎湖上空繼續其行程(圖14)。

File : 2005032209545453.ppz
Type : PPI (Z)
Range: 100.0 km

22.03.2005
09:54:54

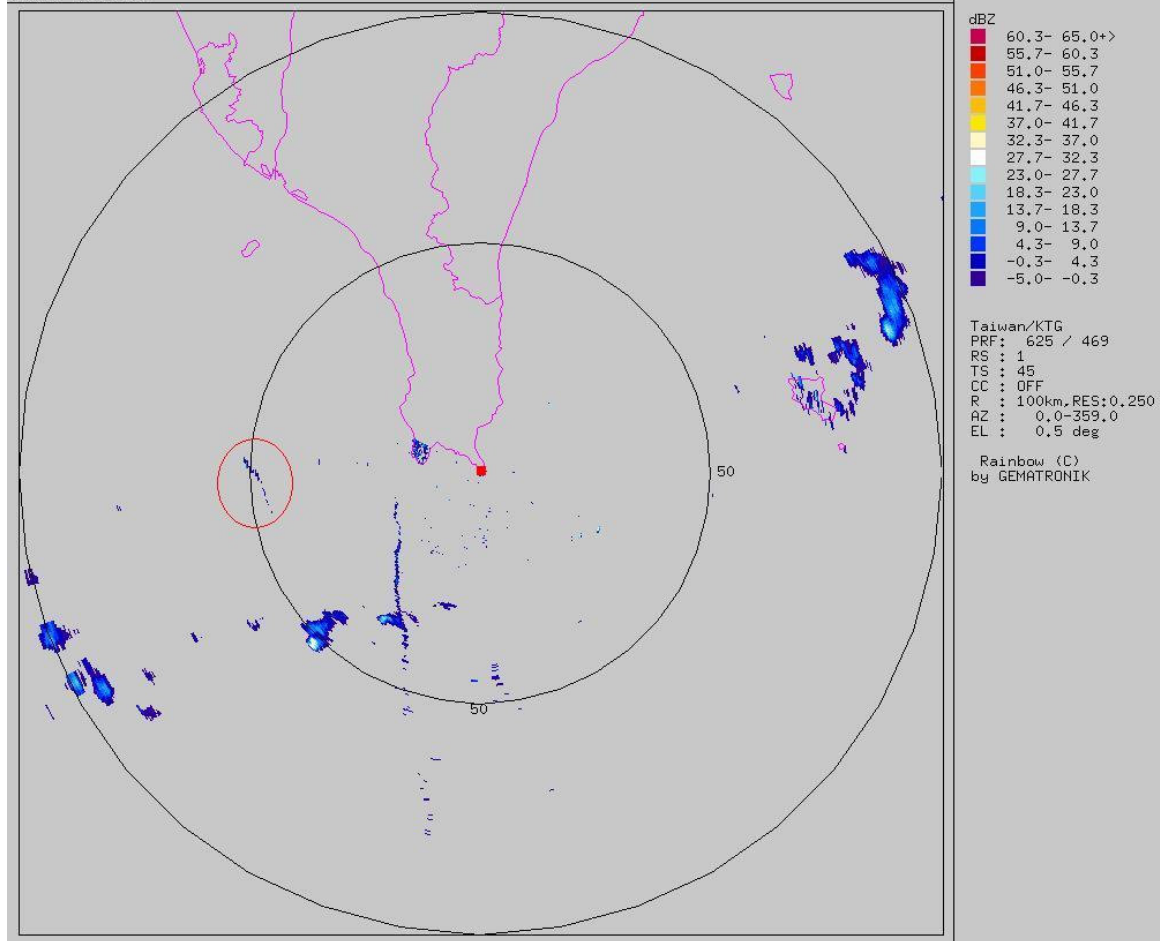


圖 12、2005 年 3 月 22 日 9 點 54 分墾丁氣象雷達站觀測到最早抵達恆春外海的灰面鵟鷹群(紅色圈)正往西北方飛行

File : 2005032211575374.ppz
Type : PPI (Z)
Range: 100.0 km

22.03.2005
11:57:53

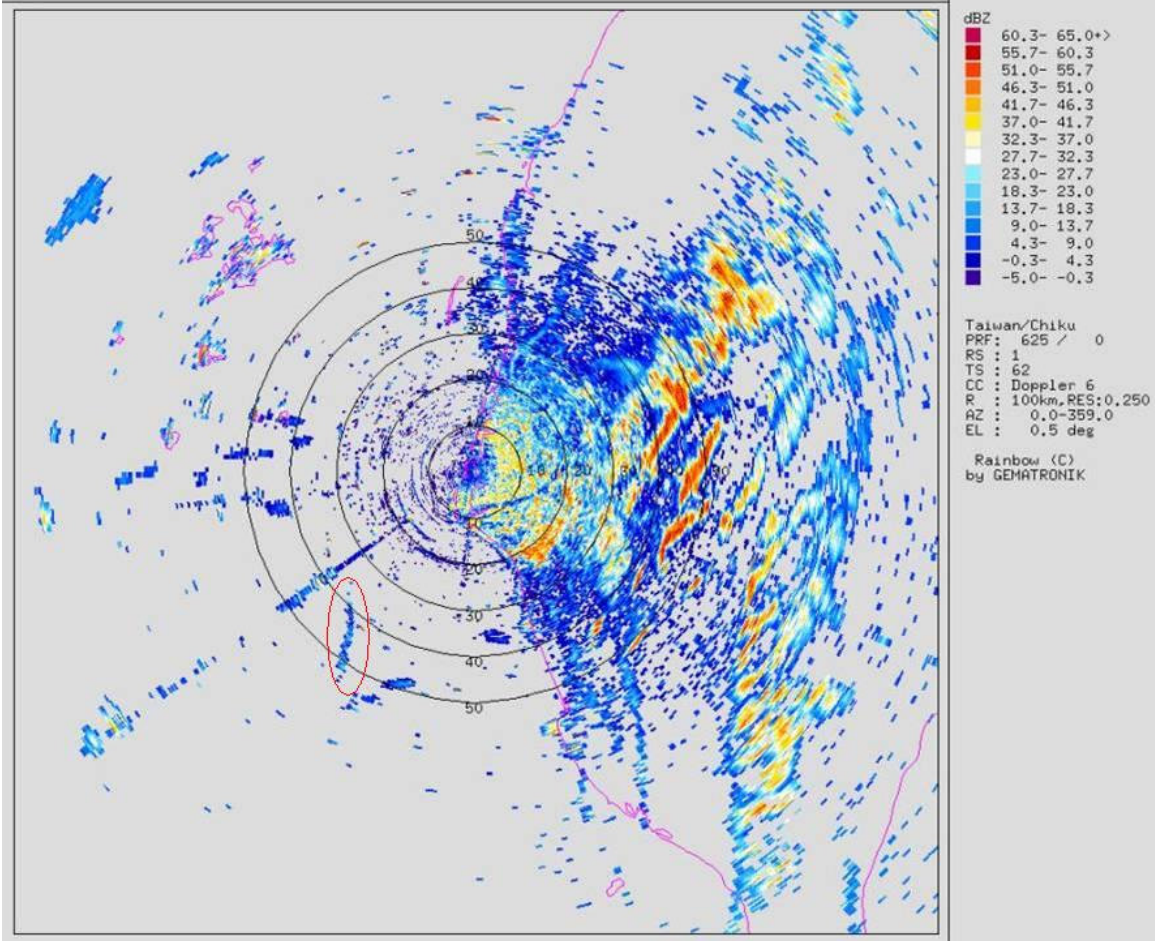


圖 13、2005 年 3 月 22 日 11 點 57 分七股氣象雷達估觀測到最早抵達恆春外海的灰面鵟鷹群(紅色圈)在高雄外海朝北方飛行

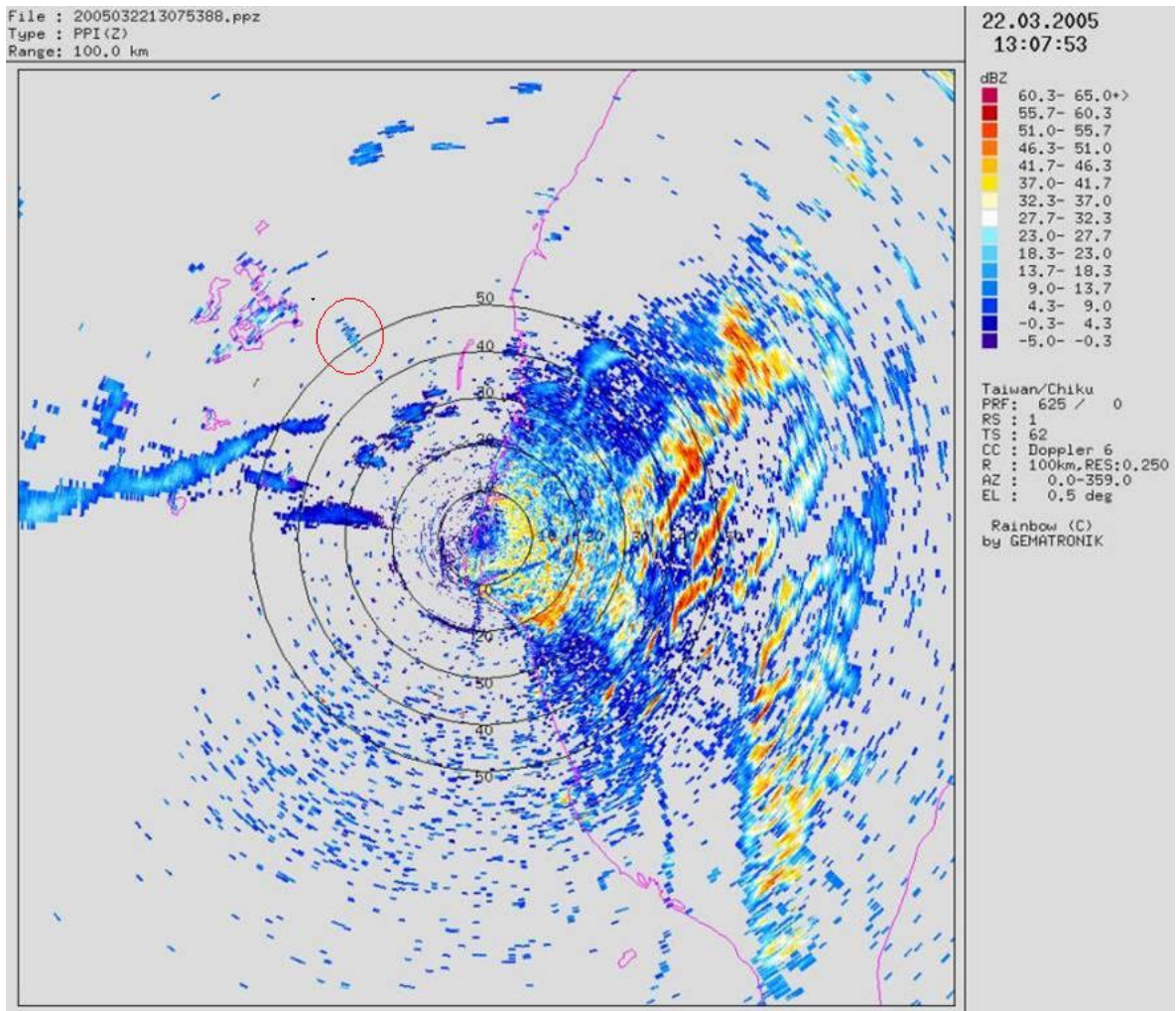


圖 14、2005 年 3 月 22 日 13 點 07 分七股氣象雷達佔觀測到最早抵達恆春外海的灰面鵟鷹群(紅色圈)側風通過澎湖群島上空

三、過境時間

2005 年七股雷達觀測春季灰面鵟鷹出現在雷達站以北，台灣中部雲林、南投、台中和彰化一帶的時間在早上 6 點 23 分至下午 5 點 17 分之間，於中午 12 點左右達到高峰，之後逐漸遞減(圖 15)。

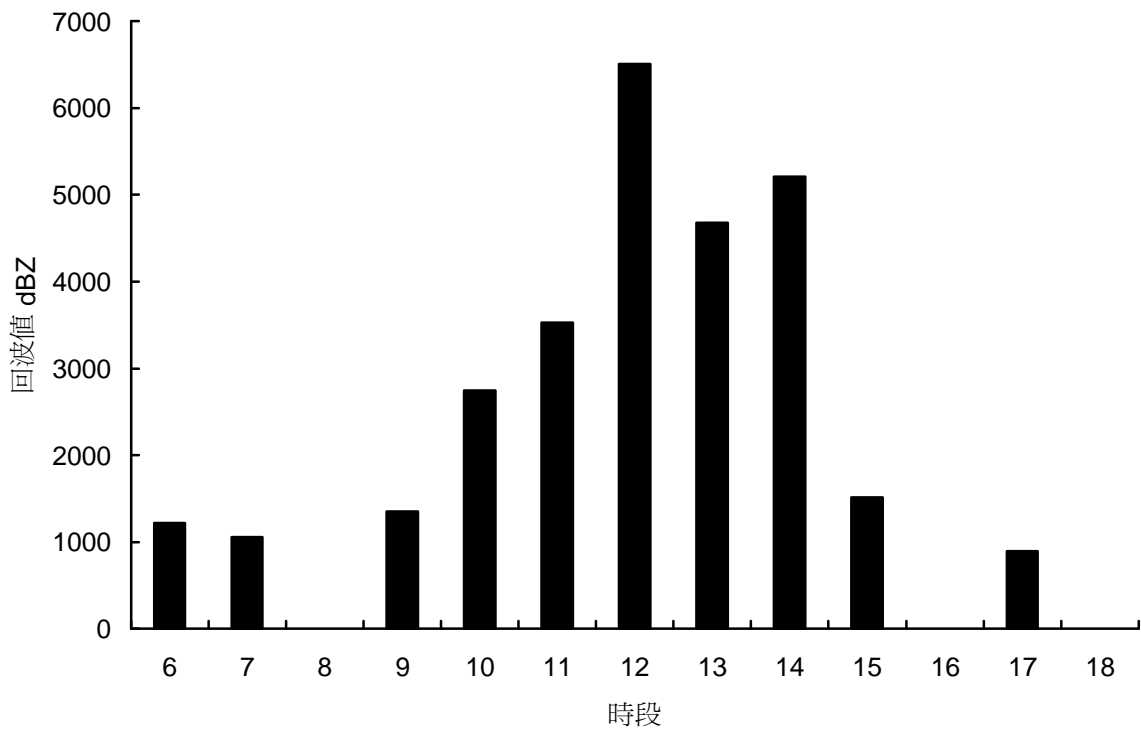


圖 15、2005 年春季灰面鵟鷹在不同時段過境台灣中部的回波值變化

四、飛行高度

本季七股雷達中所估算的灰面鵟鷹群飛行高度介於 104.49~762.14m，大部份鷹群(25.60 %)飛行高度集中在 300~400 m(圖 16)，平均為 406.81 ± 141.24 m (n=82)，其中以山線遷徙的鷹群的飛行高度(494.32 ± 134.87 m, n=33)顯著高於以平原線遷徙的鷹群(363.57 ± 100.42 m, n=43) (Mann-Whitney U test, p=0.001)。

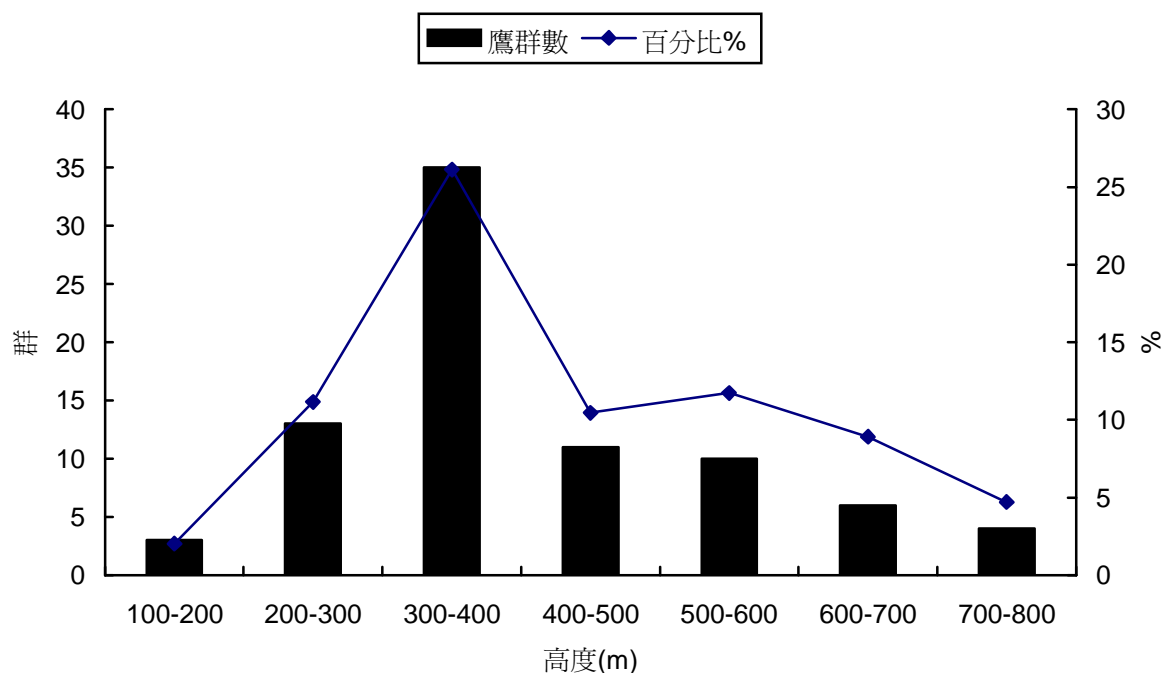


圖 16、灰面鵟鷹飛行高度之群數統計與其佔總回波值之百分比

五、飛行速度

七股雷達中所估算之灰面鵟鷹群北返飛行時速介於 11.424~85.68 km/hr，大部份鷹群(24.83 %)飛行速度集中在 20-30 km/hr(圖 17)，平均為 39.75 ± 21.59 km/hr ($n=72$)，而以山線(37.82 ± 18.35 km/hr, $n=28$)或平原線(38.75 ± 23.29 km/hr, $n=37$)遷徙的鷹群在飛行速度上並無顯著的差異 (Mann-Whitney U, $p=0.948$)。

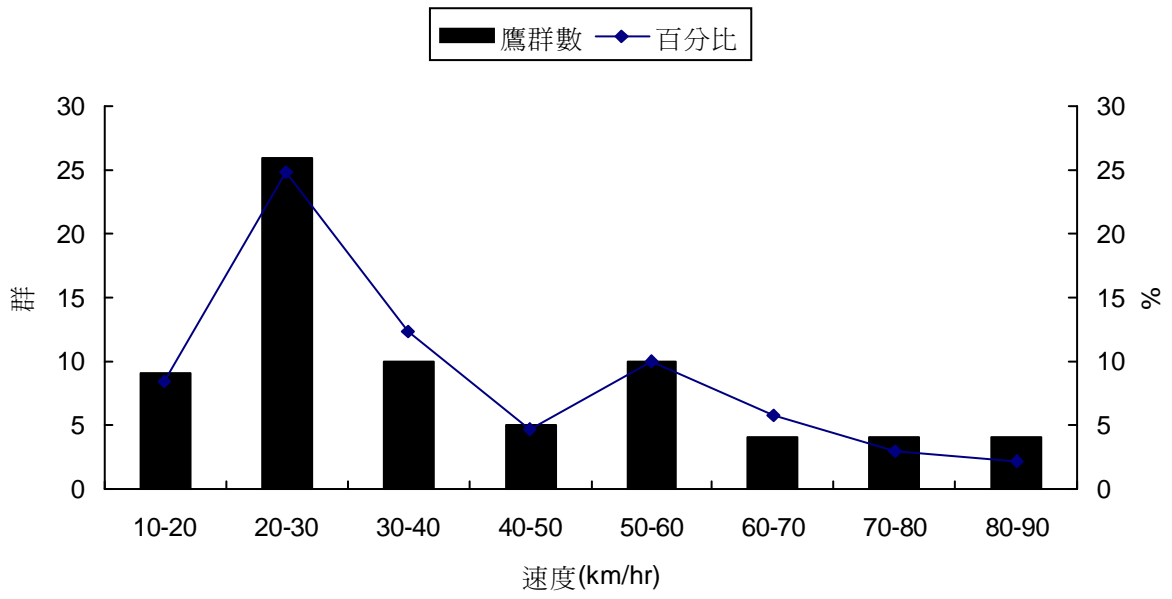


圖 17、灰面鵟鷹飛行速度之群數統計與其佔總回波值之百分比

肆、討論

一、鷹群結構

鷹群長度與平均回波值所代表的鷹隻密度並無呈正相關，圖 2 可見鷹群長度介於 9~11、11~13、15~17 km 時的鷹隻密度反而和鷹群長度較短時的密度相近，這可能是因為相對樣本群體數較少，無法準確的代表所得之相對平均回波值。

二、飛行路線

配合墾丁和七股兩處雷達資料我們已可大致掌握 2005 年 3 月灰面鵟鷹經過恆春半島與過境台灣中南部的情形，並和李璟泓(2002)的路線分析進行比較。首先，李璟泓(2002)表示，灰面鵟鷹可能會由西南海岸出海經過澎湖，雷達掃描證實少數鷹群在 3 月 16 日下午出海並夜宿七美且隔日再起鷹飛往大陸，但澎湖群島因地質多為風化破碎的玄武岩，加上氣候乾燥、多風、雨量少，植物生長不易，造成地表景觀少林木，以草原為主，因此灰面鵟鷹群實際於澎湖群島的夜棲行為仍待進一步的了解；實際上，許多經過鳳山水庫周邊地區的鷹群並未出海而是直接北上。此外，本研究的重要發現，是鷹群過境澎湖的方式不一定經由本島，而是直接由恆春外海一路飛來，王誠之和孫元勳(2005)以飛行速度研判其夜宿地應該在南邊 160 km 處的巴丹島。

本季灰面鵟鷹多數沿著中央山脈西緣北上，和李璟泓(2002)的看法一致，不過他的報告因為欠缺雲嘉南地區的調查點，在路線的描繪上出現空白，巧的是因鷹群飛行高度關係在越靠近台南地區會進入雷達死角，不過並不影響雷達在雲嘉南部份地區的飛行路線之描繪。事實上，雷達就顯示，經過雲林地區的鷹群主要是來自南邊由鳳山水庫周邊地區過境的鷹群，行經此路線的鷹群主要來自春日鄉山區夜棲的鷹隻，通常比較晚到的鷹隻走中央山脈西緣，而春日鄉是鷹隻由恆春半島北上的十字路口。鷹群在春日鄉分道飛行的現象則證實了李璟泓(2002)的推測，從衛星地圖上可見，春日鄉剛好為山區與平原的交接地帶，以春古路為界線，東側為中央山脈，西側則為平原，從恆春半島北上的鷹群在這裡可選擇

東側一南北走向的山線，或西側的平原線，因此鷹群多在此分道。至於 2005 年灰面鵟鷹的遷移路線是否具有代表性，有待後續研究。

三、過境時間及夜棲地之推測

2005 年七股氣象雷達雷達觀測春季灰面鵟鷹群過境台灣中部一帶的時間多在中午達到高峰，若以早上 6:30 起飛，陸地上平均飛行速度約 40 km/hr，推算其可能的夜棲地點，在上午 9~12 點到達的個體應是夜棲於距離中彰投約 100~220 km 的高雄縣桃園鄉至屏東縣潮州鄉的山區；在下午 12~2 點到達的個體則應是夜棲於距離約 220~300 km 外的屏東縣潮州鄉至滿州鄉的山區。和同一時間墾丁氣象雷達觀測春季灰面鵟鷹群的時段相比對，登陸和經過恆春半島的時間也是在中午達到高峰(王誠之、孫元勳, 2005)，推測中午前抵達恆春半島的個體會繼續北飛到高雄縣桃園鄉至屏東縣潮州鄉的山區才落鷹，而中午過後抵達的鷹群則在屏東縣潮州鄉至滿州鄉的山區落鷹。換言之，大部分的灰面鵟鷹群在中午過後抵達恆春半島，於屏東縣潮州鄉至滿州鄉的山區落鷹，翌日再行北上，在 12~14 點左右通過台灣中部彰化、南投一帶。

四、飛行高度

透過雷達的研究可以知道影響飛行高度的因素包括了地理位置、物種、地形、遷徙時段、氣候和飛行方式(振翅或滑行)(Kerlinger, 1989; Spaar, 1999)。從 2005 年春季七股雷達中發現，以山線遷徙的灰面鵟鷹群其飛行高度顯著的高於以平原線遷徙的鷹群，這可能是台灣四面環海且地形起伏大，由海陸和地形差異加熱引起的局部環流所造成，因內陸山區山谷風環流較旺盛(錢之駿, 2003)，鷹群可利用局部環流盤旋至高處再以滑翔飛行(soaring flight)前進(Kerlinger, 1989; Meyer et al., 2000)，因此當鷹群在盤旋時可較輕易的盤旋至 500 m 以上，亦或是鷹群原本的起鷹地點就在山區，造成以山線遷徙的鷹群其飛行高度顯著的高於以平原線遷徙的鷹群約 130 m。

五、飛行速度

2005 年春季墾丁雷達所估算灰面鵟鷹在巴士海峽的飛行速度為 57.6

± 14.4 km/hr (n=221) (王誠之、孫元勳, 2005), 較同時間於七股雷達中鷹群的飛行速度顯著快約 17.85 km/hr。這可能是因海面上局部環流較為缺乏(錢之駿, 2003), 鷹群多以振翅飛行(powered flight), 而不似在陸域上可利用局部環流或山谷風環流盤旋至高處再以滑翔飛行(soaring flight)前進(Kerlinger, 1989; Meyer et al., 2000)。在陸域的滑翔飛行是較不耗費體力但較花時間的飛行模式(Kerlinger, 1989; Hedenstrom, 1993; Meyer et al., 2000), 因此當鷹群在向上盤旋時, 其被雷達觀測到的移動速度可能因此較慢, 雖然其從高空向下俯衝時的移動速度也會比平常的飛行速度較快(可達 85.68 km/hr), 但整體而言, 於陸域上的飛行時速可能因此比海面上的飛行時速慢。另外, 風相(風向與風速)也是影響飛行速度的原因之一, 2005 年灰面鵟鷹群在海上遷移時的風相多為順側風 3 級(王誠之、孫元勳, 2005), 相對其在陸域遷移時, 風向多為側風和逆風 1 級, 可能因此也影響了其速度。

六、鷹群數量探討

(一)地面遺漏數量

在地面調查時, 能見度是一個影響所紀錄到鷹群數量的主要原因, 其受當時氣候和調查員經驗而不同, 根據八卦山和觀音山的兩位資深調查員認為其能見度應不超過 3、10 km (李璟泓、陳世中, 私人通訊), 而在 2004 年 9 月 18 日同步在社頂和 5.2 km 外的聯勤鵞鑾鼻活動中心觀測赤腹鷹得到的資訊, 其能見度約少於半徑 7 km(孫元勳, 未發表資料), 灰面鵟鷹雖然體型較大, 但長期在八卦山的調查員認為能見度不會超過此範圍。因此本研究中將能見度定為半徑 10 km, 已屬低估地面可能遺漏的數量。研究發現, 通過八卦山調查點半徑 10 km 內的鷹群回波量僅佔總量的三分之一, 除了通過八卦山東西側鄉鎮的遺漏數量外, 台灣海峽北返的鷹群也是造成遺漏的原因。其中以 3 月 22 日來看, 八卦山和鳳山水庫二處之地面調查僅記錄到 85 隻, 而七股雷達卻觀測到約 16,000 隻, 因為當日春返的這些鷹群不論是經海線(約 2,100 隻)或山線(約 14,000 隻)北移都未進入地面二調查點的能見度, 故可得知現有的地面觀測點並無法完全的掌握每年春返時灰面鵟鷹群的數量。

(二)雷達遺漏數量

二地面調查點觀測到的鷹群過境數量(26,826 隻)並無法完全呈現於雷達回波圖上(僅約 74%)，可能原因為本研究只選擇雷達螢幕上移動目標長度長達 1 km 以上的鷹群，或依能量和時間消耗原理，推測鷹群於陸域飛行時多會找尋並利用熱氣流盤升到一定高度再滑翔前進以節省遷徙時所需耗費的體力(Hedenstron, 1993; Meyer et al., 2000)，其飛行高度可能在短時間內變化很大，以致於高於或低於雷達仰角可掃描到的範圍，造成雷達無法完整的呈現地面觀測到的資料，因此灰面鵟鷹實際過境數量除雷達回波值外仍需加上雷達遺漏地面資料的 26%。

(三)鷹群實際數量推估

假設 10 km 的能見度界定標準屬實的話，以八卦山地面記錄 21,081 隻扣除雷達沒有顯現的 5,481 隻後來推算，雷達所顯示的鷹群回波值約 47,045 隻的灰面鵟鷹，若加上雷達所沒有顯示的部份，得知實際的過境量約為 52,526 隻。這意謂著前一年秋季墾丁觀測的數量起碼要在五萬隻附近，可是當年卻只觀測到 23,140 隻 (王誠之、孫元勳，2004)。本研究推測，短少之因可能和他們用來觀測數量的回歸式的代表性不足有關 (王誠之、孫元勳，2004)；或者有一些經由台灣以外地區南遷的灰面鵟鷹在春季改經本島返回繁殖地，此有待後續探討。

伍、結論

本研究分析 2005 年 3 月灰面鵟鷹群於台灣北返遷徙的過境模式。在飛行路線中，49.89 % 的鷹群回波量沿嘉南平原北上，43.29 % 沿著中央山脈西緣，6.28 % 沿台灣海峽北返，甚至有鷹群不經本島而由巴士海峽的島嶼經由澎湖群島直飛大陸。在數量推估方面，僅有 33.16 % 的鷹群回波量會通過八卦山賞鷹點 10 km 半徑內的範圍，由此可知灰面鵟鷹的春季北返數量超出地面調查的兩萬隻甚多。而鷹群在山區的遷徙飛行高度顯著的高於平原線，但飛行速度無顯著差別。

參考文獻

- 王誠之、孫元勳(2004)九十三年度墾丁國家公園春季及秋季過境猛禽族群調查。內政部營建署墾丁國家公園管理處研究報告。72 頁。
- 王誠之、孫元勳(2005)九十四年度墾丁國家公園春季及秋季過境猛禽族群調查。內政部營建署墾丁國家公園管理處研究報告。65 頁。
- 王嘉雄、吳森雄、黃光瀛、楊秀英、蔡仲晃、蔡牧起、蕭慶亮、谷口高司(1991) 台灣野鳥圖鑑。亞舍出版公司。台北。274 頁。
- 李璟泓 (2000) 2000 年春季八卦山灰面鵟鷹遷移調查報告。彰化縣野鳥學會鳥類保育研究叢刊南路鷹 8 號。42 頁。
- 李璟泓 (2002) 灰面鵟鷹 2002 年八卦山春季北返遷徙報告。野鳥 7: 167-178。
- 林正二 (1990) 滿州地區獵捕灰面鵟鷹之調查(三)。內政部營建署墾丁國家公園管理處保育研究報告。
- 林正二、胡百忍、蔡乙榮 (1991) 滿州地區灰面鵟鷹過境族群及獵捕行為之調查研究。內政部營建署墾丁國家公園管理處保育研究報告。
- 林世松、林孟雄 (1986) 滿州地區獵捕灰面鵟鷹之調查。內政部營建署墾丁國家公園管理處保育研究報告第 10 號。
- 林思民、姜博仁、林宗以 (1995) 新竹地區遷移性猛禽過境探勘調查。野鳥 4: 55-67。
- 陳世中 (2003) 2003 年春季觀音山猛禽遷移調查。台灣猛禽研

- 究 1: 64-68。
- 陳世中 (2004) 2004 年春季觀音山猛禽遷移調查。台灣猛禽研究 3: 17-24。
- 陳恩理 (2003) 台灣歷年來猛禽研究文獻整理。台灣猛禽研究 1: 15-28。
- 黃光瀛 (1999) 一九九九年灰面鵟鷹北返過境八卦山落鷹及遷移調查。彰化縣野鳥學會鳥類保育研究叢刊南路鷹 7 號。32 頁。
- 蔡乙榮 (1996) 墾丁地區遷徙性猛禽族群調查資料研究。野鳥 5: 51-55。
- 蔡乙榮、唐洪軒、林瓊瑤 (2003) 墾丁地區秋季遷徙性猛禽過境族群與過境期調查研究 (1990 年-2002 年)。第三屆亞洲猛禽研討會論文。38 頁。
- 錢之駿 (2003) 台灣東南部地區複雜地形局部環流的模擬研究。中央大學大氣物理研究所碩士論文。66 頁
- 蕭慶亮 (1997) 1996 年春季八卦山灰面鵟鷹遷移調查報告。彰化縣野鳥學會鳥類保育研究叢刊南路鷹 3 號。13 頁。
- 蕭慶亮、關永才 (1998) 1998 年八卦山台地灰面鵟鷹春季遷移之研究。彰化縣野鳥學會鳥類保育研究叢刊南路鷹 6 號。
- 關永才、黃雅雯、陳怡仁、嚴瓊芬 (1998) 1997 年八卦山台地灰面鵟鷹春季遷移之研究。彰化縣野鳥學會鳥類保育研究叢刊南路鷹 4 號。
- 劉小如 (1991) 墾丁國家公園日行性猛禽調查研究。內政部營建署墾丁國家公園管理處保育研究報告第 64 號。73 頁。

藍正裕 (2003) 氣象雷達在墾丁地區赤腹鷹過境行為研究之應用。屏東科技大學野生動物保育所碩士論文。79 頁。

Alfiya, H. (1995) Surveillance radar data on nocturnal bird migration over Israel, 1989-1993. *Israel Journal of Zoology* 41: 517-522.

Berthold, P. (2001) *Bird migration*. Oxford University Press, New York. 253pp.

Buss, I. O. (1946) Bird detection by radar. *Auk* 63: 315-318.

Diehl, R. H., R. P. Larkin, and J. E. Black (2003) Radar observations of bird migration over the Great Lakes. *Auk* 120: 278-290.

Doviak, R. J., and D. S. Zrnic (1993) *Doppler radar and weather observations*. Academic Press, California. 547pp.

Eastwood, E. (1967) *Radar Ornithology*. Methuen Press, London. 278pp.

Ferguson-Less, J., and D. A. Christie (2001) *Raptors of the world*. Christopher Helm Press, New York. 982pp.

Gauthreaux, S. A., Jr. (1970) Weather radar quantification of bird migration. *BioScience* 20: 17-20.

Gauthreaux, S. A., Jr. (1985) Radar, electro-optical, and visual methods of studying bird flight near transmission lines. Electric Power Research Institute EA-4120, Palo Alto, California.

Gauthreaux, S. A., Jr., and C. G. Belser (1998) Displays of bird movements on WSR-88D: patterns and quantification. *Weather and Forecasting* 13: 453-464.

Gauthreaux, S. A., Jr., D. S. Mizrahi, and C. G. Belser (1998) Bird migration and bias of WSR-88D wind estimates. *Weather and Forecasting* 13:

465-481.

Gauthreaux, S. A., Jr., and C. G. Belser (2003) Overview radar ornithology and biological conservation. *Auk* 120(2): 266-277.

Gudmundsson, G. A. (1993) The spring migration pattern of arctic birds in southwest Iceland, as recorded by radar. *Ibis* 135: 66-176.

Hedenström, A. (1993) Migration by soaring or flapping flight in birds: the relative importance of energy cost and speed. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.* B342(1302): 353-361.

Kerlinger, P. (1989) *Flight Strategies of Migrating*. The University of Chicago Press, Chicago. 179pp.

Kerlinger, P., A. Sidney, and Jr. Gauthreaux (1985) Seasonal timing, geographic distribution, and flight behavior of broad-winged hawks during spring migration in south Texas: a radar and visual study. *The Auk* 102:735-743.

Lack, D., and G. C. Varley (1945) Detection of birds by radar. *Nature* 156: 446.

Larkin, R. (1984) The potential of the next radar system for warning of bird hazards. *Proc. wildlife hazards to aircraft conference and workshop*. Charleston, SC, FAA, 369-379.

Larkin, R. P., W. R. Evans, and R. H. Diehl (2002) Nocturnal flight calls of Dickcissels and Doppler radar echoes over south Texas in spring. *J. of Field Ornithology* 73: 2-8.

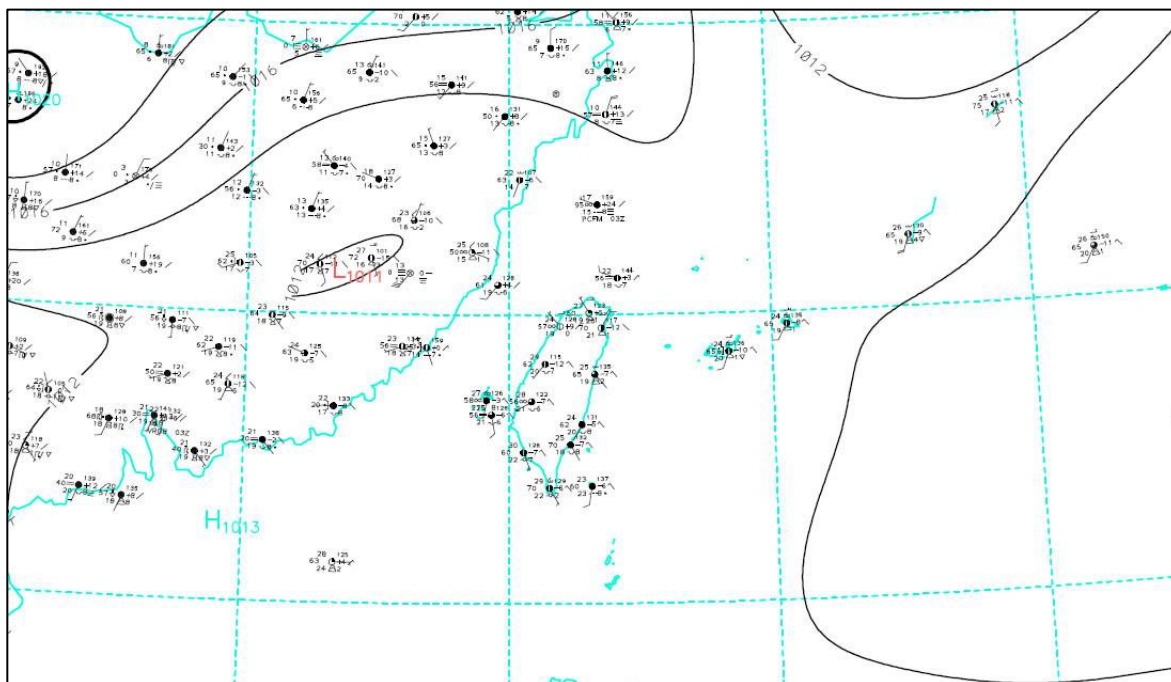
McClure, H. E. (1974) *Migration and survival of the birds of Asia*. U.S. Army Medical component, South East Asia Treaty Organization Medical Project, Bangkok, Thailand.

- Meyer, S. K., B. Spaar, and B. Bruderer (2000) To cross the sea or to follow the coast? Flight directions and behavior of migrating raptors approaching the Mediterranean Sea in autumn. *Behavior* 137: 379-399.
- Spaar, R. (1999) Flight behavior of migrating raptors under varying environmental conditions. P. 1844-1862. In: Adams, N. and R. Slotow (eds.) *Proc. 22 Int. Ornithol. Congr.* University of Natal, Durban.
- Spaar, R., H. Stark, and F. Liechti (1998) Migratory flight strategies of Levant sparrowhawks: time or energy minimization? *Animal Behavior* 56: 1185-1197.
- Wallington, C. E. (1977) *Meteorology for glider pilots*, 3rd edn. London: Transatlantic Arts Press. 331 p.

附錄 1、2005 年春季灰面鵟鷹過境三地面調查點之數量紀錄

日期	彰化八卦山	南投埔中	高雄鳳山水庫
3/1~3/4	0	0	0
3/5	0	0	1
3/6	3	0	0
3/7	0	0	0
3/8	0	0	1
3/9	0	26	18
3/10	0	0	0
3/11	446	130	0
3/12	0	0	0
3/13	6	0	0
3/14	21	0	16
3/15	32	0	0
3/16	1342	301	4388
3/17	2745	155	1150
3/18	4881	294	9
3/19	1824	0	1
3/20	378	0	1
3/21	244	25	8
3/22	81	0	4
3/23	4464	1768	157
3/24	3864	0	263
3/25	1695	3	1
3/26	201	0	494
3/27	185	0	29
3/28	361	1125	34
3/29	326	0	2
3/30	698	0	92
3/31	200	0	0

附錄 2、2005 年 3 月 22 日上午 11 點之地面天氣圖



作者簡介

姓名：陳韻如

籍貫：台灣省台北市

出生年月日：Jan 22

學經歷：私立台北醫學大學護理系

台北市立動物園兩棲爬蟲收容中心動物照養員

國立屏東科技大學野生動物保育所碩士班

E-mail: adela0122@hotmail.com