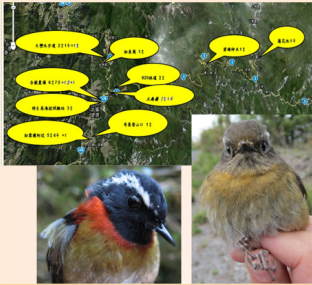
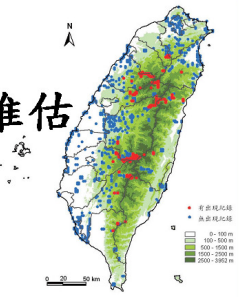


# 栗背林鴝遺傳多樣性及末次冰河後歷史族群推估

代表性生態系經營管理-合歡山高海拔生態系長期生態研究計畫(二)

葉佳芬<sup>1</sup>、洪心怡<sup>1</sup>、李壽先<sup>1</sup>  
國立台灣師範大學生命科學系生態演化組

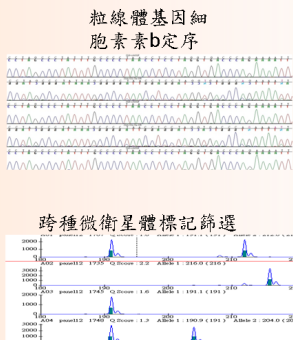


## 前言

族群數量如何隨著時間及環境氣候因子變化產生變動，是生態學、演化學及保育生物學上的重要課題之一。陸域生態系的生物可能受溫溼度等氣候因子的更動，生物因適應新的變化，使在族群數量上產生變化；例如最後一次冰河期結束至今的氣候暖化，導致大多數物種的族群數量增加及分布範圍擴張的現象。如同近年來，全球暖化對高海拔生物的数量及分布所造成的衝擊，備受全球關注，但卻少有資料探討最後一次冰河期結束至今，長期氣候變遷過程中物種數量的改變趨勢。本計畫採用現今普遍分布於台灣高海拔地區的鳥類—栗背林鴝(*Luscinia johnstoniae*)作為模式，透過栗背林鴝的粒線體細胞色素b基因及微衛星體基因變異，依群遺傳理論建構栗背林鴝族群歷史族群數量變動趨勢。

## 實驗設計跟資料分析

鳥類繁殖季(3, 8月)時捕抓



基因多樣性資料分析  
(Dnasp 4.901、Arlequin 3.5.1.2)

歷史族群數量變動的推估  
-- mismatch distribution (Dnasp 4.901、Arlequin 3.5.1.2)  
-- 貝氏天際線(Bayesian skyline plot) (BEAST v1.6.1)  
-- LAMARC族群成長分析 (LAMARC v2.1.2)

基因多樣性資料分析  
(CERVUS 3.0.3)

瓶頸效應(bottleneck)事件偵測  
(BOTTLENECK v1.202)

- 探討栗背林鴝族群歷史性數量改變，對照全球冰河時間，推測族群數量的變化與氣候變遷間的相關性
- 建構栗背林鴝現今遺傳多樣性資料，以做長期監測之基準值

## 結果

粒線體細胞色素b及微衛星基因遺傳多樣性分析，及歷史族群瓶頸效應事件偵測

歷史族群變動具有微幅族群擴張現象，歷史有效族群數量約為17萬

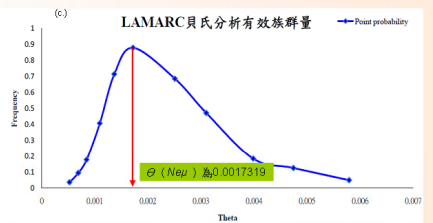
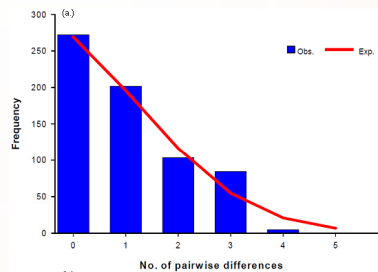
(a)	h	Hd±SD	π±SD	S	Fu & Li D* test	Tajima D test
Dnasp	7	0.592±0.085	0.00095±0.0002	6	0.387 p=0.57	-0.786 p=0.24
Arlequin	7	0.5916±0.085	0.00095±0.0002	6		-0.786 p=0.25

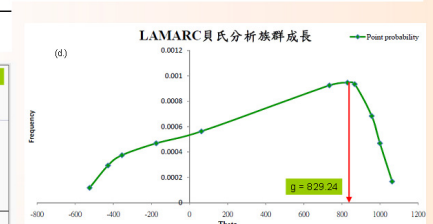
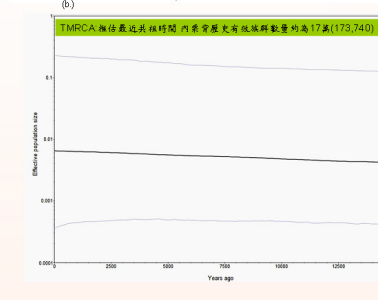
(c)	Locus	Sequence 5'3'	k	N	H <sub>obs</sub>	H <sub>exp</sub>	p value (HWE)	Reference
Tcy9	F	ATGGCTGGAAAGGACGTG	15	17	1	0.93	0.2	Saito et al 2006
	R	ggtttGGCAAAACATGCAAG						
TG11-011	F	ACAACAAAGTCACTATATC	4	35	0.457	0.442	1.0	Lee et al 2006
	R	TAAATACAGGCAACATGG						
Ttgata02	F	ACCTCAGGATGGGACTCC	7	30	0.633	0.677	0.37	Wang et al 2005
	R	TGTCTTTTGGTGTCCCTGA						
GC-GATA15	F	CAGAGTTTCACAAGCTCTCC	14	33	0.758	0.746	0.89	Huang et al 2004
	R	GACTATGGAAATCAATCAAG						
PwGATA4	F	ACTGGACTGTCACATGGA	3	32	0.063	0.092	0.05	尚未發表
	R	CTGGCTTCGCAATGTGG						
TcyH45	F	ACATACCAAGTCACTGGA	18	28	0.786	0.95	0.002*	Saito et al 2006
	R	gntcATGGGAAAGATATATTGAT						
PMA1P-2.43	F	ACAGGTAGTCAGAAATGGAAAG	8	35	0.429	0.576	0.007*	Lee et al 2006
	R	GTATCCAGAGCTTTGTGTGAT						
GC-GATA23	F	ACCAGAAAGTCTGACAAGG	4	33	0.273	0.667	0*	Huang et al 2004
	R	CTACAAAAGGATCAATFCAG						

(b)	Locus	N	K	H <sub>obs</sub>	H <sub>exp</sub>	S.D.	(H <sub>obs</sub> -H <sub>exp</sub> )/S.D.
Tcy9	Tcy9	26	14	0.942	0.926	0.021	0.753
	TG11-011	70	4	0.442	0.456	0.17	-0.085
Ttgata02	Ttgata02	60	7	0.677	0.671	0.116	0.053
	GC-GATA15	66	14	0.746	0.846	0.048	-2.095
PwGATA4	PwGATA4	64	3	0.092	0.356	0.176	-1.502

P<sub>microsatellite sites with standard deviation</sub> = -0.874



- (a) 37隻個體細胞色素b基因序列(1070bp)，中性檢測的檢測值皆未顯著偏離零
- (b) 9組得使用之微衛星基因組遺傳多樣性分析
- (c) 5組微衛星基因連鎖現象檢視
- (d) 無顯著遭遇瓶頸事件影響



- (a) 錯位分布 (mismatch distribution) 分析結果吻合族群擴張模式預期
- (b) 貝氏天際線 (Bayesian skyline plot) 顯示從過去14500年至今栗背林鴝歷史族群變動具有微幅族群擴張現象，依鳥類平均粒線體基因每位點鹼基置換速率/每年1.0\*10<sup>-8</sup>推估最近共祖時間(TMRCA)內栗背歷史有效族群數量，結果與(c) LAMARC貝氏祖族群成長分析的結果相似約為17萬
- (d) LAMARC同時顯示在歷史上族群具正成長的趨勢

## 結論

貝氏天際線的結果顯示最少在14500年前至今栗背林鴝的族群有些微成長狀況，與錯位分布及LAMARC族群成長分析的結果一致，顯示栗背林鴝歷史上有顯著族群擴張現象。最近共祖時間(TMRCA)內栗背歷史有效族群數量約為17萬，另微衛星基因偵測瓶頸事件，結果顯示栗背林鴝族群沒有瓶頸效應歷史，亦不違背上述族群成長的結果。

## 參考文獻

Drummond AJ & Rambaut A (2003a) BEAST version 1.0. Available from <http://www.ezooloo.org.uk/beast/>.  
Drummond AJ & Rambaut A (2003b) TRACER version 1.0. Available from <http://evolve.zoo.ox.ac.uk/beast/>.  
Excoffier L, Lischer HEL (2010) Arlequin suite ver 3.5: a new series of programs to perform population genetic analyses under Linux and Windows. *Molecular Ecology Resources*, 10, 564-567.  
Marshall TC, Slate J, Kruuk LEB, Pemberton JM (1998) Statistical confidence for likelihood-based paternity inference in natural populations. *Molecular Ecology*, 7, 639-655.  
Mousaev X, Rozas J (2005) Dnasp: DNA polymorphism analysis by the coalescent and other methods. *Bioinformatics*, 19, 2405-2407.  
Piry S, Luikart G, Cornuet JM (1999) BOTTLENECK: a computer program for detecting recent reductions in the effective population size using allele frequency data. *Journal of Heredity*, 90, 522-523.  
Raymond M, Rousset F (1995) GENEPOP (version 1.2): population genetics software for exact tests and ecumenism. *Journal of Heredity*, 86, 249-249. Rozas J, Sanchez-DelBarrio JC,

## 建議

就結果顯示最少在12500年前至今栗背林鴝的族群有些微成長狀況，族群遺傳資料推估栗背林鴝歷史有效族群數量約為17萬，且族群成長分析呈現正成長的情況，推測太魯閣國家公園境內栗背林鴝族群大小應該相當穩定，就長期經營管理建議說明則可利用此計畫結果及建立的基因遺傳資料為基礎，監測高海拔地區特有種鳥類遺傳多樣性及族群變動狀況，除此之外，亦可利用本計畫所使用微衛星基因標記拓展其他婚配選擇相關主題研究，開發或增添解說題材

我們感謝太魯閣國家公園計畫經費的支持，國家公園承辦人員朱何宗先生的協助，東華大學許育誠教授及其實驗室人員徐中環小姐協助野外樣本採集，李壽先教授實驗室洪心怡、林美珠、林容仔小姐協助實驗室工作進行及特有生物保育中心高海拔試驗站野外工作的協助，使本計畫得以順利完成。