

# 赤尾青竹絲雌雄二型性之再探討

蔡添順 杜銘章\*

國立臺灣師範大學生物學系

## 摘要

我們檢視了168隻雄蛇和147隻雌蛇後發現赤尾青竹絲具有明顯的雌雄二型現象。輸精管內已有精子的最小雄蛇吻肛長為37.0公分，卵巢內有成熟濾泡(含卵黃，濾泡長度大於5mm者)或輸卵管內有胚胎的最小雌蛇吻肛長為43.2公分，依此最小雌雄蛇的吻肛長做為判斷性成熟的標準。在成熟個體體型方面，雌蛇頭部相對較雄蛇大而雌蛇體長、體重也較雄蛇大；雌蛇尾長相對較雄蛇短，雌蛇尾寬相對較雄蛇細小。未成熟個體體型之雌雄二型現象較不明顯，但有些形質於雌雄間亦具顯著差異，如雌蛇尾長相對較雄蛇短以及雌蛇尾寬相對較雄蛇細小。在體側側線顏色方面，不論成熟或未成熟個體，雄蛇多俱有紅色及白色側線而雌蛇則為白色側線，但有例外的情形，例外的比率和相關學者的研究結果有著些許差異。再者，雄蛇白色側線在體側分布較雌蛇長，有些雄蛇體背中線具有白點組成之縱列，而雌蛇全無此現象。關於上述結果之生物意義，我們有較深入的探討。

**關鍵詞：**雌雄二型性、蛇、赤尾青竹絲、臺灣

## 緒言

有關蛇類雌雄二型性已有許多學者報導(Fitch, 1960; Huang, 1996; Shine, 1993; 1994; Shine *et al.*, 1996; Thorpe, 1989; Tu *et al.*, 1990)。其中雌雄間不同處包括以下三個方面(Thorpe, 1989; Shine, 1993)：1. 體型上差異，包括吻肛長、體重、尾長、頭長、齒式、腹部體積、體內器官形態；2. 鱗片型式差異，包括腹鱗數、尾下鱗數、頭部及頸部鱗片、雄蛇頰下節結(tubercles or knobs under the male's chin)、腹部近泄殖腔處鱗片之鱗脊(supra-anal keels)、泄殖腔處之距狀物(cloacal spurs)、頭部吻端附器(rostral appendages)；3. 體色上的差異，包含季節上的體色變化(Cooper and Greenberg, 1992)。

赤尾青竹絲(*Trimeresurus stejnegeri stejnegeri*)為一種綠色的蝮蛇科蛇類，主要分布於南中國(包含台灣島及海南島)以及印度、寮國、泰國、越南(Zhao and Adler, 1993)。Mao(1962, 1993)、石和張(1981)、黃等(1991)曾探討其體側縱線紋(以下簡稱側線)之雌雄差異。研究結果顯示雌性個體側線大多為白色(白色型)，雄性個體側線除白色側線外並在其下方有紅色側線(紅白色型)；但只有Mao(1962, 1993)及Shine(1991a)曾對其體型上二型性有過初步報導。而且Mao(1962)取自台灣的標本發現100%的雄蛇均為紅白色型，雌蛇則全為白色型，其結果和大陸方面(石和張，1981；黃等，1991)的研究有差異。本研究希望釐清這樣的差異是否為地理差異並對赤尾青竹絲雌雄二型性做更深入的

\*通信作者(corresponding author)：杜銘章(Ming-Chung Tu)；FAX:886-2-29312904；E-mail:biofv026@sec.ntnu.edu.tw

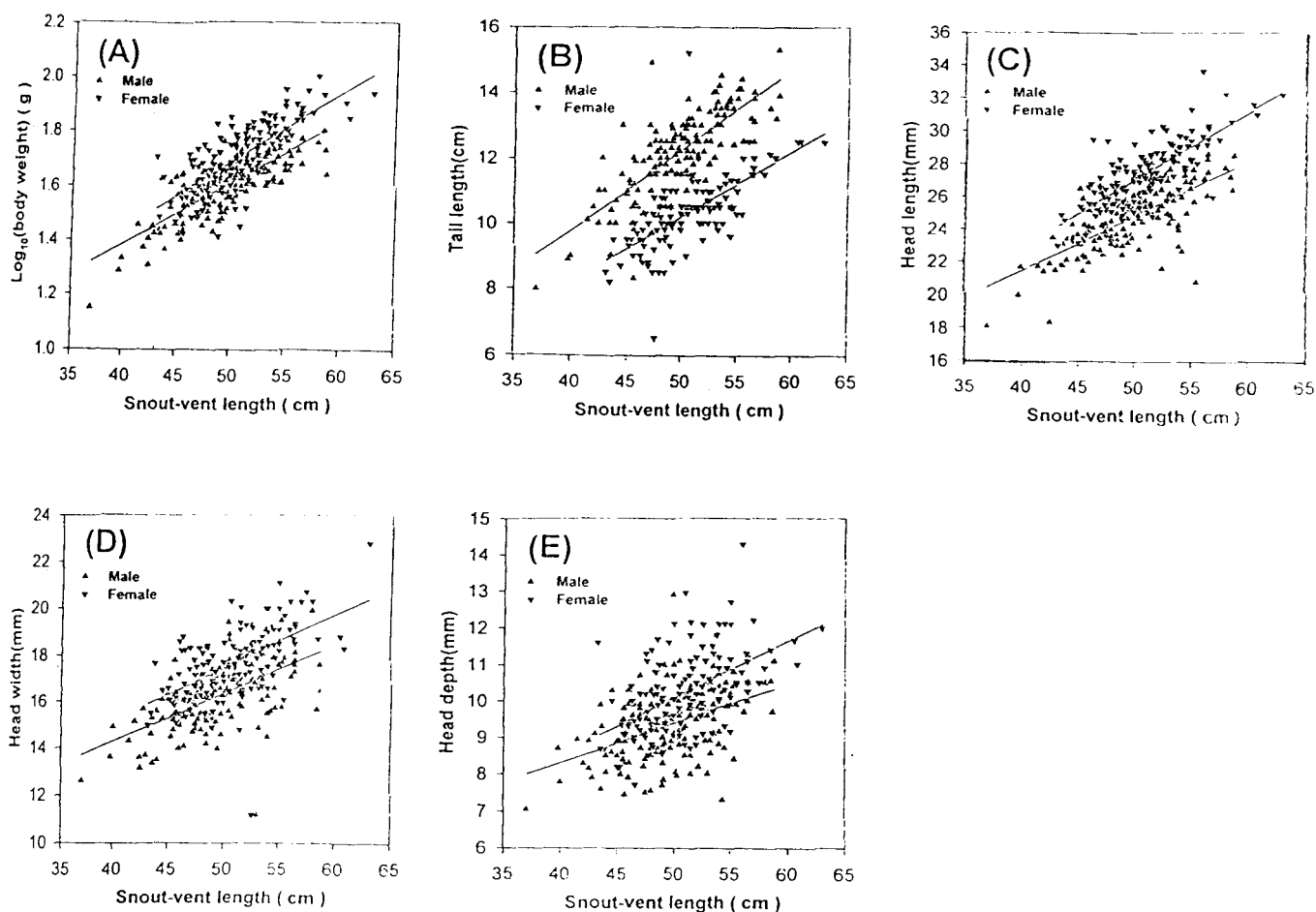
探討。

## 材料與方法

取1996年3月至1997年8月於台灣北部所採集到的赤尾青竹絲之新鮮標本(以乙醚麻醉至死)，記錄性別(解剖確定之，標本典藏於國立台灣師範大學生物系)，其中輸精管內已有精子的最小雄蛇吻肛長為37.0公分，卵巢內有成熟濾泡(含卵黃，濾泡長度大於5mm者)或輸卵管內有胚胎的最小雌蛇吻肛長為43.2公分，依此最小雌雄蛇的吻肛長做為判斷性成熟的標準(類似的處理方式亦見於Aldridge *et al.*, 1995; Solórzano and Cerdas, 1989; Tu *et al.*, 1990; Scott *et al.*, 1995)。分別記錄成熟及未成熟個體的體重(BW)、吻肛長(SVL)、尾長(TaL)、頭長(HL)、頭寬(HW)、頭高(HD)、側線顏色分布、肛鱗前第十片腹鱗寬(Pra10)、肛鱗前第五片腹鱗寬(Pra5)、肛鱗後第五片尾下鱗寬(Poa5)、肛鱗後第十片尾下鱗寬(Poa10)。在成熟個體方面，以共變數統計分析法(ANCOVA)去除吻肛長因子之影響後，檢定其體重、尾長、頭長、頭寬、頭高於雌雄間之差異情況，以t-test 或 Mann-Whitney rank sum test(U test) 統計分析法檢定 SVL, BW, Pra10/Poa10, Pra5/Poa5, Pra5/Poa10, Pra10/Poa5 比值及尾部白色側線所到達之尾下鱗數( $N_{lw}$ )於雌雄間的差異情況。在未成熟個體方面，比較 TaL/SVL, HL/SVL, HW/SVL, HD/SVL, Pra10/Poa10, Pra5/Poa5, Pra5/Poa10, Pra10/Poa5 及  $N_{lw}$  於雌雄間的差異情況(t-test 或 U test)。

## 結果

在成熟個體方面(157隻雄蛇和134隻雌蛇)，圖一為雌雄個體吻肛長與各形質(體重、尾長、頭長、頭寬、頭高)之迴歸圖。由圖中可得知單位吻肛長下，雌蛇之體重、頭長、頭寬、頭高均顯著大於雄蛇(ANCOVA; logBW : F-slope=0.85, d.f.=1,287, NS; F-intercept=69.4, d.f.=1, 288,  $P < 0.001$ ; HL : F-slope=3.63, d.f.=1,285, NS; F-intercept=200.58, d.f.=1, 286,  $P < 0.001$ ; HW : F-slope=0.33, d.f.=1,285, NS; F-intercept=58.36, d.f.=1, 286,  $P < 0.001$ ; HD : F-slope=2.79, d.f.=1,285, NS; F-intercept= 43.35, d.f.=1, 286,  $P < 0.001$ )。於單位吻肛長下，雌蛇之尾長則較雄蛇短(ANCOVA; F-slope=3.48, d.f.=1, 274, NS; F-intercept=418.18, d.f.=1, 275,  $P < 0.001$ ; 圖一)。而且雌蛇的一般吻肛長 ( $t_{0.05(2), 289}=2.83, P=0.005$ )和體重(U test,  $P < 0.001$ )也顯著大於雄蛇(表一)。另外 pra10/poa10, pra5/poa5, pra5/poa10, pra10/poa5 比值均為雌蛇較雄蛇大(U test:  $P$ 均小於0.0001)(表一)。雄蛇之  $N_{lw}$  值較雌蛇大(U test:  $P < 0.0001$ ) (表一)。在未成熟個體方面(11隻雄蛇和13隻雌蛇)，雄蛇之 TaL/SVL 比值大於雌蛇( $t_{0.05(2), 19}=3.06, P < 0.01$ )，雌蛇 pra10/poa10 大於雄蛇 ( $t_{0.05(2), 22}=2.64, P < 0.05$ )，但 pra5/poa5, pra5/poa10, pra10/poa5, HL/SVL, HW/SVL, HD/SVL 比值及  $N_{lw}$  於雌雄蛇間均無顯著差異(表二)。在雌雄個體之側線差異方面，本研究結果發現幾乎所有雌蛇側線為白色型，只有0.8%的雌蛇為紅白色型；但有較多雄蛇為白色型(14.0%)，其餘雄蛇均為紅白色型(表三)。未成熟雌蛇(13隻)均為白色型，而未成熟雄蛇(10隻)中有1隻(10.0%)為白色型，餘為紅白色型。



圖一、成熟雌雄蛇之吻肛長與各形質(體重、尾長、頭長、頭寬、頭高)之迴歸圖。其中：

(A)圖為吻肛長與體重對數值之直線迴歸圖，迴歸方程式分別為

雄蛇： $\log BW = 0.023SVL + 0.484$ ,  $r = 0.801$ ,  $p < 0.0001$ ;

雌蛇： $\log BW = 0.025SVL + 0.435$ ,  $r = 0.734$ ,  $p < 0.0001$ 。

(B)圖為吻肛長與尾長之直線迴歸圖，迴歸方程式分別為

雄蛇： $TaL = 0.247SVL - 0.131$ ,  $r = 0.764$ ,  $p < 0.0001$ ;

雌蛇： $TaL = 0.199SVL + 0.231$ ,  $r = 0.683$ ,  $p < 0.0001$ 。

(C)圖為吻肛長與頭長之直線迴歸圖，迴歸方程式分別為

雄蛇： $HL = 0.337SVL + 7.95$ ,  $r = 0.704$ ,  $p < 0.0001$ ;

雌蛇： $HL = 0.412SVL + 6.39$ ,  $r = 0.784$ ,  $p < 0.0001$ 。

(D)圖為吻肛長與頭寬之直線迴歸圖，迴歸方程式分別為

雄蛇： $HW = 0.209SVL + 5.90$ ,  $r = 0.593$ ,  $p < 0.0001$ ;

雌蛇： $HW = 0.228SVL + 6.05$ ,  $r = 0.572$ ,  $p < 0.0001$ 。

(E)圖為吻肛長與頭高之直線迴歸圖，迴歸方程式分別為

雄蛇： $HD = 0.108SVL + 3.98$ ,  $r = 0.452$ ,  $p < 0.0001$ ;

雌蛇： $HD = 0.155SVL + 2.33$ ,  $r = 0.514$ ,  $p < 0.0001$ 。

Figure 1. Relationships between snout-vent length and characters of body weight(BW), tail length(TaL), head length (HL), head width(HW), head depth(HD) of mature Chinese green tree viper, *Trimeresurus stejnegeri stejnegeri*.

表 1、臺灣北部地區成熟赤尾青竹絲之雌雄二型性(統計檢定結果見內文)。

Table 1. Characters showing sexual dimorphism of mature Chinese green tree vipers, *Trimeresurus stejnegeri* *stejnegeri*, in northern Taiwan, see text for statistical tests.

形質	範圍		平均數±標準差		樣本數		
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	Total
SVL	37.0 - 58.8	43.2 - 63.0	49.7 ± 4.02	51.0 ± 3.70	157	134	291
TaL	8.0 - 14.9	6.5 - 15.2	12.2 ± 1.30	10.3 ± 1.09	153	125	278
BW	14.14 - 76.73	25.79 - 100.20	41.14 ± 10.11	53.35 ± 15.26	157	134	291
HL	18.11 - 28.60	23.00 - 33.65	24.70 ± 1.93	27.37 ± 1.96	156	133	289
HW	12.60 - 19.90	11.20 - 22.80	16.30 ± 1.42	17.65 ± 1.49	156	133	289
HD	7.05 - 11.80	7.70 - 14.30	9.35 ± 0.96	10.22 ± 1.13	156	133	289
Pra10	5.30 - 11.20	6.70 - 17.50	8.12 ± 1.02	9.12 ± 1.48	155	130	285
Pra5	5.00 - 10.15	5.35 - 11.20	7.60 ± 0.91	8.68 ± 1.14	155	130	285
Poa5	4.15 - 8.80	3.80 - 7.90	7.20 ± 0.76	5.38 ± 0.72	156	131	287
Poa10	3.15 - 7.95	3.30 - 6.70	6.12 ± 0.71	4.41 ± 0.51	156	130	286
N <sub>iv</sub>	3 - 39	1 - 34	21.06 ± 6.32	11.94 ± 5.73	154	101	255
TaL/SVL	0.32 - 0.18	0.30 - 0.14	0.24 ± 0.02	0.20 ± 0.02	153	125	278
HL/SVL	0.59 - 0.37	0.64 - 0.46	0.50 ± 0.03	0.54 ± 0.03	156	133	289
HW/SVL	0.39 - 0.21	0.41 - 0.21	0.33 ± 0.03	0.35 ± 0.03	156	133	289
HD/SVL	0.26 - 0.13	0.27 - 0.17	0.19 ± 0.02	0.20 ± 0.02	156	133	289
Pra10/Poa10	1.03 - 1.78	1.48 - 3.10	1.33 ± 0.15	2.07 ± 0.23	155	129	284
Pra5/Poa5	0.82 - 1.30	0.91 - 2.04	1.06 ± 0.09	1.62 ± 0.20	155	131	286
Pra5/Poa10	0.97 - 1.84	1.39 - 2.45	1.25 ± 0.14	1.97 ± 0.20	155	129	294
Pra10/Poa5	0.90 - 1.51	0.96 - 2.46	1.13 ± 0.11	1.70 ± 0.22	155	130	285

註：SVL：吻肛長(cm)，TaL：尾長(cm)，BW：體重(g)，HL：頭長(mm)，HW：頭寬(mm)，HD：頭高(mm)，Pra10：肛鱗前第十片腹鱗寬(mm)，Pra5：肛鱗前第五片腹鱗寬(mm)，Poa5：肛鱗後第五片尾下鱗寬(mm)，Poa10：肛鱗後第十片尾下鱗寬(mm)，N<sub>iv</sub>：尾部白色側線所到達之尾下鱗數。

另外，本研究之成熟雄蛇標本(159隻)中發現至少有15隻(9.4%)體背部中央具有排成一縱列的白點(以下簡稱體背白點)，未成熟雄蛇標本(10隻)中則有3隻(30.0%)具體背白點，但是成熟(135隻)或未成熟(13隻)雌蛇標本中均未發現有體背白點情形。此外側線到達最前端的部位，各學者之調查結果差異較大(表三)，不過，可發現各學者所得雄蛇白色側線到達頭部之比率均較雌蛇高。由上述結果可發現赤尾青竹絲側線二型除了紅色側線之有無外，事實上雌雄蛇在白色側線之分布情形上亦有二型現象。

## 討論

本研究顯示赤尾青竹絲成熟個體具明顯的雌雄二型現象：雌蛇頭部相對較雄蛇大而雌蛇體長、體重也均較雄蛇大，雌蛇尾長相對較雄蛇短，雌蛇尾寬相對較雄蛇細小。Mao(1962, 1993)亦報導其尾下鱗數、尾長與全長比值均是雄蛇大於雌蛇(但未做統計檢定)。而未成熟個體雌雄二型現象較不明顯但有些形質於雌雄間則仍具有顯著差異(例如雌蛇尾長相對較雄蛇短，雌蛇尾寬相對較雄蛇細小)。這些現象與目前世界蛇類研究結果相似(Fitch, 1960; Huang, 1996; Shine, 1993, 1994; Shine *et al.*, 1996; Thorpe, 1989;

表二、臺灣北部地區未成熟赤尾青竹絲之雌雄二型性(統計檢定結果見內文)。

Table 2. Characters showing sexual dimorphism of immature Chinese green tree vipers, *Trimeresurus stejnegeri stejnegeri*, in northern Taiwan, see text for statistical tests.

形質	範圍		平均數±標準差		樣本數		
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	Total
SVL	24.8 - 35.0	26.0 - 42.0	29.3 ± 3.43	33.7 ± 5.73	11	13	24
TaL	5.3 - 8.0	5.5 - 9.0	6.6 ± 0.98	7.1 ± 1.3	11	13	24
BW	3.64 - 14.13	7.25 - 32.61	9.69 ± 3.40	16.54 ± 7.16	11	12	23
HL	15.2 - 18.8	15.10 - 23.50	17.25 ± 1.32	19.27 ± 2.80	10	13	23
HW	9.40 - 15.20	9.50 - 16.20	12.70 ± 2.06	13.34 ± 2.11	10	13	23
HD	5.80 - 8.10	5.90 - 11.40	6.78 ± 0.72	7.93 ± 1.33	9	13	22
Pra10	4.40 - 6.00	3.70 - 7.20	5.26 ± 0.66	5.46 ± 1.04	8	13	21
Pra5	4.10 - 5.80	3.40 - 7.00	4.89 ± 0.62	4.93 ± 1.08	8	13	21
Poa5	2.70 - 4.20	2.50 - 5.00	3.53 ± 0.48	3.44 ± 0.74	8	13	21
Poa10	2.60 - 3.60	2.10 - 4.40	3.19 ± 0.37	2.88 ± 0.63	8	13	21
N <sub>tw</sub>	8 - 31	5 - 26	21.56 ± 6.25	15.44 ± 7.32	9	9	18
TaL/SVL	0.18 - 0.25	0.19 - 0.23	0.23 ± 0.02	0.21 ± 0.01	11	13	24
HL/SVL	0.65 - 0.54	0.61 - 0.53	0.58 ± 0.04	0.57 ± 0.02	10	13	23
HW/SVL	0.53 - 0.36	0.51 - 0.34	0.43 ± 0.06	0.40 ± 0.06	10	13	23
HD/SVL	0.27 - 0.21	0.29 - 0.21	0.23 ± 0.02	0.24 ± 0.03	9	13	22
Pra10/Poa10	1.41 - 1.94	1.64 - 2.35	1.66 ± 0.15	1.91 ± 0.20	8	13	21
Pra5/Poa5	1.26 - 1.61	1.23 - 1.82	1.39 ± 0.12	1.44 ± 0.15	8	13	21
Pra5/Poa10	1.35 - 1.87	1.41 - 2.22	1.54 ± 0.15	1.72 ± 0.20	8	13	21
Pra10/Poa5	1.33 - 1.67	1.38 - 1.92	1.50 ± 0.12	1.60 ± 0.16	8	13	21

註：SVL：吻肛長(cm)，TaL：尾長(cm)，BW：體重(g)，HL：頭長(mm)，HW：頭寬(mm)，HD：頭高(mm)，Pra10：肛鱗前第十片腹鱗寬(mm)，Pra5：肛鱗前第五片腹鱗寬(mm)，Poa5：肛鱗後第五片尾下鱗寬(mm)，Poa10：肛鱗後第十片尾下鱗寬(mm)，N<sub>tw</sub>：尾部白色側線所到達之尾下鱗數。

表三、赤尾青竹絲體側縱線紋顏色分布與地理變異之比較

Table 3. Color pattern on lateral body site of Chinese green tree viper, *Trimeresurus stejnegeri stejnegeri* from different geographical area.

		體側線顏色			體側線最前端到達部位(不論紅白)				
		白(%)	紅白(%)	樣本數	眼(%)	顎角(%)	頸(%)	體前中部(%)	樣本數
台灣北部 <sup>d</sup>	♀	99.2	0.8	133	76.7	3.7	19.6	0	133
	♂	14.0	86.0	158	99.4	0.6	0	0	158
台灣 <sup>b</sup>	♀	100.0	0	33	37.5	6.2	56.3	0	32 <sup>e</sup>
	♂	0	100.0	83	84.2	13.4	2.4	0	82
福建 <sup>c</sup>	♀	62.9	37.1	62	0	0	85.5	14.5	62
	♂	3.6	96.4	56	42.9	39.2	17.9	0	56
浙江 <sup>d</sup>	♀	98.1	1.9	106	-	-	-	-	-
	♂	2.3	97.7	129	-	-	-	-	-

註 a: 本研究, 新鮮標本(成熟個體)。

b: 主採集地為台灣北部, 新鮮標本(Mao, 1962)。

c: 採集地為大陸福建武夷山區, 浸液標本(石和張, 1981)。

d: 採集地為大陸浙江山區, 可能為浸液標本(黃等, 1991)。

e: 另有二隻雌蛇白色位置模糊不易分辨。

Fu *et al.*, 1990)。Shine(1991a)所檢視之赤尾青竹絲(33隻雄蛇及29隻雌蛇)中雌蛇頭長顯著大於雄蛇與本研究相符，但雌蛇吻肛長小於雄蛇(未做統計檢定)則與本研究相異。在蛇類中，雌雄蛇體型差異主要導因於生殖力選擇(fecundity selection)(Shine, 1993; Thorpe, 1989)，可從二方面來探討：第一方面，雄蛇尾部較雌蛇長且粗大(Fitch, 1960)，這與雄蛇尾部內含有半陰莖(hemipenis)及牽縮肌(tractor muscles)有關，亦可能與交配動作的配合有關(Shine, 1993)。第二方面，雌蛇吻肛長一般大於雄蛇，如此雌蛇方有較大的腹腔體積來產生較多的子代(Semlitsch and Gibbons, 1982)；相反地，在存有雄性間競爭的蛇種中，雄蛇通常較雌蛇大以便獲得生殖優勢(Shine, 1993, 1994)。赤尾青竹絲雌蛇較雄蛇大，故應不具雄性間競爭現象。我們在野外及台北市立動物園的半天然飼養環境下及實驗室內養蛇箱處對赤尾青竹絲行為觀察之結果均顯示其雄蛇間不具有競爭打鬥現象，由此可支持上述的推論。

Shine(1991)曾報導其所調查的114種蛇類中有47%個體之頭長具顯著雌雄二型。Cannilli and Shine(1990)則曾提到雌雄蛇頭部大小差異可能與食物、視覺刺激(種內展示或禦敵展示)、感覺器官與腦容量、或激素表現之差異有關。由於蛇類的攝食方式為整個吞食而無法碎裂食物，故頭部大小(口裂大小)會限制其食物體積的大小(Forsman, 1996; Shine, 1991a, b; Shine, 1993)。此外蛇類食性的差異是其做資源分配而減少種內或種間競爭的主要機制，不像蛙類、蜥蜴類主要靠棲地的區隔以減少競爭(Toft, 1985)。因此雌雄蛇頭部大小差異可能是生態區隔、降低競爭的結果(Shine, 1991a)。已知赤尾青竹絲食性包括了蛙類、蜥蜴類、鳥類、鼠類

(Mao, 1970; Pope, 1935; 李和昌, 1996)，但尚未有研究對其雌雄間食性差異做過比較。由於赤尾青竹絲在性成熟以後才有雌蛇頭部明顯大於雄蛇之現象，因此其雌雄蛇間為了降低種內競爭而產生食物區隔現象應較不可能。比較可能的是雌蛇因此而能獲得較多的食物種類，提高了攝食成功率，故能長得較快、較壯以累積多餘的能量參與生殖。進一步的野外食性分析及實驗室內餵食控制實驗的結果，若顯示赤尾青竹絲雌雄蛇間並未有食物區隔現象，而是雌蛇食物種類涵蓋雄蛇的食物種類且雌蛇食物量較雄蛇大，則可確定雌雄蛇間頭部差異並非為了降低種內競爭，而較可能是雌蛇為了累積較多能量，以利生殖。

爬蟲類中蜥蜴的體色二型差異情形遠較蛇類或龜類普遍，其研究也較深入、廣泛(Cooper and Greenberg, 1992; Fitch, 1960)。顏色在蜥蜴類中常是最重要的一種性訊息；除了可以明顯的宣告自己的性別外，也常伴有刺激或抑制異性之交配的功能(Carpenter and Ferguson, 1977; Cooper and Greenberg, 1992)。此外，顏色尚有社交展示、避免攻擊、配合環境和體溫調節等功能，但在蛇類體色之功能則尚未釐清(Cooper and Greenberg, 1992)。關於成熟及未成熟個體體色差異型式之比較在蛇類中是較少被討論的(Shine, 1993)，赤尾青竹絲之側線二型則同時存在成熟及未成熟個體。同屬的綠色蛇類中只有白唇青竹絲(*Trimeresurus albolabris*)具有相似的側線顏色差異，其雄蛇中有些具有白色側線有些則無側線顏色，而雌蛇均無側線顏色(Shine, 1993)。赤尾青竹絲之側線顏色為何有此差異呢？赤尾青竹絲的雄性個體小而雌性個體大，其有領域或打鬥的可能性極小，而且此側線顏色在未達性成熟前就

已存在，因此雄蛇的紅色側線做為社交展示或避免正面衝突的可能性應不大。此外，配合環境，產生隱蔽效果以及體溫調節功用也不太可能，因為蜥蜴有此功能者多能快速而大面積的產生顏色變化才易配合不同的棲地顏色或達到體溫調節的目的。赤尾青竹絲的側線面積極為有限，顏色也不能變化，如果兩性不同的側線顏色和配合環境有關則我們應可以發現兩性在棲地的選擇上有明顯的不同。我們已著手實驗觀察並記錄野外赤尾青竹絲兩性之棲地選擇是否不同，初步的結果顯示其間並無明顯不同。一般而言，蛇類感覺主要來自化受器(chemoreceptor)，其視覺通常不發達，這可能與蛇來自地穴內的爬行動物有關 (Cooper and Greenberg, 1992; Thorpe, 1989)。一些蛇類視網膜上具有錐狀感光細胞而可能具有彩色視覺(Cooper and Greenberg, 1992)，如果赤尾青竹絲真能利用色彩辨別雌雄蛇則其視網膜上也應有錐狀感光細胞，然而赤尾青竹絲多在夜間活動(呂等, 1989; 黃等, 1991)，因此利用顏色的差異做為性別宣告的可能性應該不大。此外，赤尾青竹絲的頰窩是響尾蛇亞科的蛇類所共有的特徵，已知頰窩能靈敏的偵測紅外線，雄蛇的紅色側線是否能反射較多的紅外線以利性別辨識則尚待進一步驗證，利用紅外線照相術與紅外線照相器也許可以檢驗紅色側線是否真能反射較多的紅外線。再者，性激素與爬蟲類體色的變化已知有著密切的關係(Cooper and Clarke, 1982; Cooper and Greenberg, 1992; Moll, *et al.*, 1981)，赤尾青竹絲的紅色側線可能只是性激素(如睪固酮)的一種副表現而未有實質功能，亦即這種表現目前在其演化適應上可能只是中性選擇(neutral selection)的結果(黃, 1996)。

不論成熟或未成熟赤尾青竹絲個體，其

雌蛇多俱有白色側線而雄蛇則為紅白色型是本研究和其他報導(只有成熟個體)的共同之處，但例外(如雌蛇為紅白色型和雄蛇僅有白色側線)的比例則各報導均有不同(詳見表三)。本研究 and Mao(1962)的蛇都主要取自台灣北部，但我們發現極少數(0.8%)的成熟雌蛇和稍多(14.0%)成熟雄蛇的例外情形，這和Mao(1962)以及本研究的未成熟雌蛇完全沒有任何例外有所不同。由此可知造成例外情形不同之原因不只是地理差異。由於我們的未成熟雌蛇樣品數僅13隻個體，因此樣品數的大小很可能是造成結果不一致的原因之一。此外，大陸地區的雌蛇例外情形也顯著比本研究高，尤其石和張(1981)在武夷山地區的調查更有高達37.1%的例外雌蛇。至於例外雄蛇的比例則本研究(14.0%)顯然高於大陸地區的3.6%(石和張, 1981)和2.3%(黃等, 1991)。Malhotra and Thorpe(1997)曾報導泰國北部Loei省處赤尾青竹絲雌蛇及幼蛇的眼睛為黃色，雄蛇為紅色，本研究所檢視之赤尾青竹絲並未發現有黃色的眼睛(但有些幼蛇具黃褐色眼睛)。綜上結果，我們認為造成例外情形不同之原因可能不僅是地理差異，採集年代不同、學者間的判斷依據差異或樣本數不夠大亦有可能是原因之一。

## 誌謝

感謝史金燾博士、呂光洋博士、關永才博士對本研究之建言，以及黃基礎博士、曾文雄博士、李秀玉同學於統計檢定上的協助。並特別感謝林嘉貞、洪敬承、張謙方、潘雅雯等人，以及實驗室諸位同伴們於實驗期間之熱情支持與參與。本研究承行政院國家科學委員會之經費支持(NSC 86-2311-B-

003-013), 謹此一併誌謝。

### 參考文獻

- Aldridge, R. D., W. P. Flanagan, and J. T. Swarthout. 1995. Reproductive biology of the water snake *Nerodia rhombifer* from Veracruz, Mexico, with comparisons of tropical and temperate snakes. *Herpetologica* 51(2): 182- 192.
- Camilleri, C. and R. Shine. 1990. Sexual dimorphism and dietary divergence: differences in trophic morphology between male and female snakes. *Copeia* 1990: 649- 658.
- Carpenter, C. C. and G. W. Ferguson. 1977. Variation and evolution of stereotyped behavior in reptiles. In "Biology of the Reptilia.", vol. 7., ed. by C. Gans and D. W. Tinkle (eds), Academic Press, New York, pp. 335- 554.
- Cooper, W. E. Jr. and R. F. Clarke. 1982. Steroidal induction of female reproductive coloration in the keeled earless lizard, *Holbrookia propinqua*. *Herpetologica* 38(3): 425- 429.
- Cooper, W. E. Jr. and N. Greenberg. 1992. Reptilian coloration and behavior. In "Biology of the Reptilia", vol. 18., ed. by C. Gans and D. Crews (eds.), The University of Chicago Press, Chicago and London, pp. 298- 422.
- Fitch, H. S. 1960. Criteria for determining sex and breeding maturity in snakes. *Herpetologica* 16: 49- 51.
- Forsman, A. 1996. Body size and net energy gain in gape-limited predators: a model. *J. Herpetol.* 30(3): 307- 319.
- Huang, W. S. 1996. Sexual size dimorphism of sea snakes in Taiwan. *Nat. Mus. Nat. Sci.* 7: 113- 120.
- Malhotra, A. and R. S. Thorpe. 1997. New perspectives on the evolution of south-east Asian pitvipers(genus *Trimeresurus*) from molecular studies. In "Venomous Snakes: Ecology, Evolution and Snakebite", ed. by R. S. Thorpe, W. Wuster, and A. Malhotra (eds), The Zoological Society of London, Clarendon Press, Oxford, pp. 115- 128.
- Mao, S. H. 1962. Sexual dimorphism of Taiwan bamboo vipers. *Bull. Inst. Zool., Academia Sinica* 1: 41- 46.
- Mao, S. H. 1970. Food of the common venomous snakes of Taiwan. *Herpetologica* 26: 45- 48.
- Mao, S. H. 1993. Common terrestrial venomous snakes of Taiwan. *Natl. Mus. Nat. Sci. Special Publication No. 5.*, Taichung, pp. 40- 44.
- Moll, E. O., K. E. Matson, and E. B. Krehbiel. 1981. Sexual and seasonal dichromatism in the Asian river turtle *Callagur borneoensis*. *Herpetologica* 37(4): 181-194.
- Pope, C. H. 1935. The reptiles of China, turtles, crocodilians, snakes, lizards. Natural History of Central Asia, vol. 10, *Amer. Mus. Nat. Hist.*, New York, pp. xlii+604.
- Scott, D. E., R. U. Fischer, J. D. Congdon, and S. A. Busa. 1995. Whole body lipid dynamics and reproduction in the eastern cottonmouth, *Agkistrodon piscivorus*.

- Herpetologica* 51(4): 472- 487.
- Semlitsch, R. and J. W. Gibbons. 1982. Body size dimorphism and sexual selection in two species of water snakes. *Copeia* 1982: 974-976.
- Shine, R. 1991a. Intersexual dietary divergence and the evolution of sexual dimorphism in snakes. *Amer. Nat.* 138(1): 103- 122.
- Shine, R. 1991b. Why do large snakes eat larger prey items? *Funct. Ecol.* 5: 493- 502.
- Shine, R. 1993. Sexual dimorphism in snakes, In "Snakes-Ecology and Behavior.", ed. by R. A. Seigel and J. T. Collins (eds.), McGraw-Hill, Inc., USA, pp. 49-86.
- Shine, R. 1994. Sexual size dimorphism in snakes revisited. *Copeia* 1994(2): 326- 346.
- Shine, R., P. S. Harlow, W. R. Branch, and J. K. Webb. 1996. Life on the lowest branch: sexual dimorphism, diet, and reproductive biology of an African twig snake, *Thelotornis capensis*(Serpentes, Colubridae). *Copeia* 1996(2): 290- 299.
- Solórzano, A. and L. Cerdas. 1989. Reproductive biology and distribution of the terciopelo, *Bothrops asper* Garman (Serpentes: Viperidae), in Costa Rica. *Herpetologica* 45(4): 444- 450.
- Thorpe, R. S. 1989. Pattern and function of sexual dimorphism: a biometric study of character variation in the grass snake (*Natrix natrix*, Colubridae) due to sex and its interaction with geography. *Copeia* 1989(1): 53- 63.
- Toft, C. A. 1985. Resource partitioning in amphibians and reptiles. *Copeia* 1985 (1): 1 - 21.
- Tu, M. C., Fong, S. C. and Lue, K. Y. 1990. Reproductive biology of the sea snake, *Laticauda semifasciata*, in Taiwan. *J. Herpetol.* 24(2): 119-126.
- Zhao, E. M. and K. Adler. 1993. *Herpetology of China*. Society for the study of amphibians and reptiles, People's Republic of China, pp. 275- 278.
- 石溥和張震 1981. 武夷山區竹葉青體側縱線紋與性別關係的初步探討。 武夷科學 1: 140-142.
- 李文傑和呂光洋 1996. 台灣地區蛇類食性的初探。 師大生物學報 31(2): 119-124.
- 呂光洋、陳世煌和陳賜隆 1989. 台灣爬蟲動物--陸棲蛇類。省立板橋高級中學 pp. 45-47.
- 黃生 1996. 突變和中性選擇。 生物科學 39(1): 69-77.
- 黃美華、董福明和胡步青 1991. 竹葉青和烙鐵頭的生物學資料。動物科學研究(蛇蛙研究叢書之三) pp. 81-85.

(接受日期：1998.4.7)

# Sexual Dimorphism of Chinese Green Tree Viper, *Trimeresurus stejnegeri stejnegeri*

Tein-Shun Tsai and Ming-Chung Tu

Department of Biology, National Taiwan Normal University  
Taipei, Taiwan

## ABSTRACT

We measured eleven morphometric characters of Chinese green tree vipers, *Trimeresurus stejnegeri stejnegeri* in Taiwan. The data from 168 male and 147 female snakes revealed that sexual dimorphism was pronounced either in mature or immature snakes. Minimum snout-vent lengths(SVL) at sexual maturity of male and female snakes were 37.0 and 43.2 cm respectively. Relative tail length and width of male snakes were higher than females either in mature or immature snakes. Body weight, SVL, head length, width and depth of female snakes were larger than males only in mature but not in immature group. Besides, both groups of male snakes had a prominent lateral white stripe edged with a narrow red stripe beneath it. Also, most females whether mature or not did not have the red stripe but only the white stripe. Individuals with reversal color pattern such as males had only white stripe and females had both white and red stripes were found in both sexes. The percentages of reversal color pattern were different between sexes and geographically. Finally, we found a few males with various white small dots scattered along their green back body. This color pattern was never found in female snakes.

**Key words:** Sexual dimorphism, Snake, *Trimeresurus stejnegeri stejnegeri*, Taiwan

# 乳癌細胞MCF-7感染反義第一型類胰島素生長因子(IGF-I)基因生長速率降低機制的探討

鐘于芳 黃秋琴 譚懿文 方剛\*

國立臺灣師範大學生物學系

## 摘要

本文以人類乳癌細胞株MCF-7為材料，萃取RNA後，進行反轉錄聚合酵素連鎖反應所得完整第一型類胰島素生長因子(IGF-I) cDNA，經純化後，再銜接至pGem-T載質體，經篩選得純系複製後，將IGF-I基因從質體中切出，與含強烈啓動子(promoter)載體構築成反義(anti-sense)IGF-I質體，再感染(transfect)至人類乳癌細胞株MCF-7，利用此載體所含啓動子，表現反義IGF-I基因，使正常(wild-type)的IGF-I RNA表現抑制。實驗結果顯示，經反義IGF-I基因質體感染後細胞株較僅為載體感染後細胞株之生長速率降低。而由反轉錄聚合酵素連鎖反應檢測，顯示反義基因感染後，細胞IGF-I RNA的表現會降低，此外也發現原所有轉形生長因子(TGF- $\alpha$ )自泌刺激效應也一併降低。此一結果對癌細胞研究生長因子重要性與相關性是一個很有用的模式。

**關鍵詞：**第一型類胰島素生長因子、反義基因、人類乳癌細胞

## 緒言

人類的血清中存在有兩種不同型式的類胰島素生長因子(IGF)，分別是第一型類胰島素生長因子(IGF-I)及第二型類胰島素生長因子(IGF-II)。IGF-I 為含 70 個胺基酸的單鏈鹼性蛋白，IGF-II 則為含 67 個胺基酸的單鏈和中性蛋白(Jansen *et al.*, 1983)。IGF 主要之生物功能有二：一是產生類似胰島素代謝作用，例如 DNA 合成、葡萄糖之代謝、胺基酸之運送等；二可促進細胞生長及分化之作用(Froesch *et al.*, 1985; Sara and Hall, 1990)。與 IGF 結合的蛋白質有兩類，包括 IGF 結合蛋白(IGF-binding protein)及 IGF-I 受體(IGF-I-R)。在細胞膜所表現之 IGF-I 受體是穿過細胞膜的醣蛋白，由兩個  $\alpha$  次單元、及

兩個  $\beta$  次單元以雙硫鍵連結而成，在構造及功能上與胰島素受體(IR)很相似。IGF-II 受體(IGF-II-R)則為單鏈醣蛋白，在構造上與 IGF-I-R 及 IR 並不相似。IGF-I 與 IGF-I-R 有高度親和力，與 IGF-II-R 及 IR 親和力較低(Abbot *et al.*, 1992; Rechler and Nissley, 1986; Rechler, 1985)。先前的實驗中我們發現了三種原生非小細胞肺癌細胞株(包括巨大細胞株 H460、鱗細胞株 H226 及肺癌腦轉移細胞株)僅有少量 IGF-I 表現，但乳癌細胞 MCF-7 表現出大量的 IGF-I mRNA。肺癌腦轉移細胞株所分泌 IGF-I 用來調節自身的生長，使轉移過程後細胞依賴以 IGF-I 主導之自主分泌刺激效應機制(Hwang *et al.*, 1995)。本實驗旨在藉反義 IGF-I 基因(antisense)植入(transfect)至以 IGF-I 為自導

\* 通信作者(corresponding author)：方剛(Kang Fang)；FAX:886-2-29312904；E-mail:biofv033@sc..ntnu.edu.tw