

# 台灣二〇〇五年國際科學展覽會

科 別：環境科學

作品名稱：蛙！到底發生了什麼事？探討溪谷生態系畸形蛙的發生原因及其生態學之研究

得獎獎項：大會獎第一名

候補作品:智利 2005 年國際科學博覽會

學 校：臺北市立內湖高級中學

作 者：鄭雅心、李妍荻

評語與建議事項：

參展者對於周遭環境有敏銳之觀察力，並作了長期完整之偵測與分析，是一項高品質的環境科學作品。



壹、姓名：鄭雅心(左)

貳、學校：臺北市立內湖高級中學

參、班級：三年八班

肆、興趣：閱讀、鋼琴彈奏、英語會話、  
進行野外生態觀察等

伍、獲獎記錄：

1. 榮獲第二屆全國高國中生地方生態研究暨報導比賽〈探尋原鄉生態之美〉高中組優等獎
2. 國中校內科展榮獲應用科學科優等獎
3. 國小(大直國小)參加科展比賽總計三次
4. 全民英文中級檢定合格
5. YAMAHA 鋼琴九級檢定合格
- 6 國小(大直國小)參加傳統藝術(說唱藝術)成果展優勝獎

陸、未來發展與展望：

自從投入了此次專題研究過程，才赫然發覺自然生態中還隱藏著不為人知的一面！這地球、這臺灣就只有這麼一個，原先包裹著花花綠綠一層又一層的外皮，如今只剩下這薄薄的一層，不論是換了誰都不得不感到惋惜。但我們要做的不單單只有悲憫，而是要化成力量來保衛、來愛護這塊淨地。

壹、姓名：李妍菂(右)

貳、學校：臺北市立內湖高級中學

參、班級：三年八班

肆、興趣：閱讀、聽音樂、親近大自然

伍、獲獎記錄：

1. 榮獲第二屆全國高國中生地方生態研究暨報導比賽〈探尋原鄉生態之美〉高中組優等獎
2. 第三屆旺宏科學獎參賽證明書
3. 小學科展佳作
4. 國中英文演講比賽佳作

陸、未來發展與展望：

希望能代表國家出去比賽，  
藉以磨練自己和為國爭光。  
還有，能為環境保護盡一份心力，  
不要再讓地球的環境惡化下去，  
畢竟地球只有一個。

## 作品說明書目錄

作品說明書目錄-----	P.
英文摘要-----	P.
中文摘要-----	P.
壹、研究動機-----	P. 1
貳、研究目的-----	P. 2
參、研究過程及方法-----	P. 3
一、研究地點-----	P. 3
二、研究設備器材-----	P. 3
三、研究調查物種-----	P. 3
四、調查時間-----	P. 4
五、調查方法-----	P. 4
六、資料記錄-----	P. 4
七、資料分析-----	P. 5
肆、研究結果與討論-----	P. 7
一、研究結果-----	P. 7
1. 拉都希氏蛙每月平均出現隻次-----	P. 7
2. 每月畸形蛙個體平均出現隻次-----	P. 7
3. 畸形蛙的發生率-----	P. 7
4. 外部形質發生畸形的部位比例-----	P. 8
5. 畸形蛙之雌雄性別比例-----	P. 8
6. 畸形蛙之重覆捕捉率-----	P. 8
7. 各樣區畸形蛙出現百分比-----	P. 8
8. 水蛭寄生比例-----	P. 9
二、討論-----	P. 9
伍、結論與應用-----	P. 15
一. 結論-----	P. 15
二. 應用-----	P. 15
陸、參考文獻-----	P. 17
表-----	P. 21
圖-----	P. 24
彩圖-----	P. 27

## Abstract

Our research started from June, 2003 to May, 2004. During these twelve months, we collected and discussed the basic ecology material of malformed “*Rana latouchii*”, which we call it frog in the following paragraphs. Thanks for the favorable geographical position, we collected the first-hand data in the area of Jin-Mian Mountain foothill gully situated in Taipei. Our investigation project includes: the percentage of the malformed frogs in a whole race, the geographical distribution of dominant-abnormal frogs, the sexual distribution of dominant-abnormal frogs, and the possible roots for the generation of malformed frogs.

We have altogether carried seventy-six times field investigations. In those investigations, we focused our research on the randomly-sampled 580 *Rana latouchii*. In these 580 sample, there are 190 female, 350 male, and 40 adolescent. We discovered seventy-six malformed frogs, constituted by 21 female, 53 male and 2 adolescent. In another words, the occurrence of malformed frog in a race is around 13.1%. In our observation, we can classify dominant-abnormal frogs, “*Rana latouchii*”, into eight species. Here are the species: 1. the entire body is obviously malformed, 2. with only one eye, 3. in lack of appendage apod, 4. in lack of arms, 5. in lack of palms, 6. with excess webbed toes, 7. the malformed of appendiculars, 8. the lack of toes on the palms. Within these 8 species, the last species has the highest occurrence, 66.38% in approximation. If we look at the classification by sex, the ratio of female to male is around 1 to 2.52(1:2.52). However, the possibility of being malformed is regarded as the same for female and male frogs in the same group. In statistical term, our research shows that the chi-square is 1.742 while our degree of freedom is 1 and confidence level is 95% ( $X^2=1.742$ ,  $df=1$ ,  $p>0.05$ ).

During the research, we also observe that each malformed species affect different living activities of malformed frogs. In the worst situation, the malformed nature can result in shorter life. In our sampling area, malformed frogs mostly reside in high concealment and high humidity location. In our research data, within these area, our re-captured rate for malformed frogs is 25% and hirudin-parastical rate is 4.31%.

As our research shows, the occurrence of malformed “*Rana latouchii*” in our selected area results from 3 main causes: First, the parasitism of leeches or parasitic worm; Second, the agriculturally chemical contaminants; Third, the injured causes from escape from predator.

## 中文摘要

本研究自 2003 年 6 月至 2004 年 5 月為止，共 12 個月的期間，於臺北市內湖區金面山南麓溪谷，對拉都希氏蛙(*Rana latouchii*)族群之畸形蛙個體進行基本生態資料的蒐集與探討，調查項目包括：族群中畸形蛙發生的比例、畸形蛙外部形質異常分佈的情形、族群中雌蛙與雄蛙發生外部形質異常之情況及可能造成畸形蛙產生的原因。

研究期間共進行了 76 次的野外調查，總紀錄了拉都希氏蛙 580 隻，雌蛙有 190 隻，雄蛙有 350 隻，幼蛙有 40 隻；畸形蛙個體共紀錄有 76 隻，雌性畸形蛙有 21 隻，雄性畸形蛙有 53 隻，幼體畸形蛙有 2 隻。族群中畸形蛙發生率約為：13.10%，外部形質異常的畸形拉都希氏蛙總計有八大類，包括：1. 整隻個體形質畸形，2. 單眼個體，3. 附肢缺少，4. 附肢缺臂，5. 附肢缺掌，6. 腳掌多趾，7. 附肢腳掌畸形，8. 附肢腳掌缺趾，其中以附肢腳掌缺趾類的 66.38% 發生率最高。畸形蛙中雌雄比約為 1：2.52，族群中雌蛙與雄蛙發生畸形的比例並無顯著的差異 ( $X^2=1.742$ ， $df=1$ ， $p>0.05$ )。

不同部位形質畸形的發生，將會影響畸形蛙的個體活動，甚至可能降低畸形蛙的存活機率。研究調查樣區中，畸形蛙較常活動於濕度高且隱蔽度大的分樣區中，畸形蛙的重複捕捉率為 25%，被水蛭寄生的比例則約是 4.31%。

由調查研究結果顯示，造成內湖金面山區南麓溪谷拉都希氏蛙畸形蛙發生的主要原因，推測可能有下列幾種：(1)水蛭或是吸蟲類的寄生；(2)農作過程中的化學污染物；(3)逃脫掠食者捕食過程受傷。

## 壹、研究動機

高一的時候因為興趣加入學校的生命科學研究社，在社團老師的指導下，參與了社區兩棲爬行動物物種多樣性(biodiversity)的研究工作。經過一段時期的白天及夜間野外調查，將資料整理歸納後，發現內湖地區蛙類物種豐富性(species richness)相當的高。但在幾次的調查過程中，我們卻在數量較多的蛙種—拉都希氏蛙(*Rana latouchii*)族群中發現外表形質異常的個體，有的缺趾或多趾、有的只有一隻眼睛，甚至還發現有缺少一隻後腿的個體。此一情景引發了我們內心極大的震撼與疑惑，是什麼原因造成族群中畸形蛙個體的產生？而我們調查的樣區中，蛙類族群中發生外部形質異常的畸形蛙個體到底有多少呢？

目前臺灣地區關於物種個體畸形的研究並不多見，且主要是偏重以魚類為研究對象(李，2003；林，1995；邵，2001；邵及黃，1995；簡，1996)，而有關畸形蛙的研究與報導則大多是以國外及中國大陸的資料居多。1995年美國明尼蘇達州一群中學生發現個體畸形的青蛙後，即引起了科學家和媒體的關注，自1996年以來，有關畸形物種的報告已涵蓋46州、超過60個物種，包括蠓蟾和蟾蜍在內。國際研究報告也顯示，此現象不只發生於美國，在亞洲、歐洲與澳洲也同樣出現了數量驚人的畸形兩生類(布勞斯坦及強生，2003；網站2；網站14；網站24)。而中國大陸也陸續有發現畸形蛙的報導，2001年在武漢市驚見六條腿的青蛙，使得中國大陸的學者也開始關心及探討畸形蛙(網站24)。

發現畸形蛙的訊息極有可能意味著地球環境正在驟變，因為生活於水邊的可愛蛙類，牠們的卵無殼、皮膚具有通透性，對環境因子的變化是非常敏感，故可作為一重要的環境指標生物(布勞斯坦及強生，2003；林，2001；網站15)。然而在國內關於畸形兩棲類的相關資料極為缺乏，為了建立臺灣地區畸形蛙的資料庫並對畸形蛙能有更多的瞭解，所以我們決定展開畸形蛙的調查研究。為了一探神秘奇異的畸形蛙，於是我們便選定拉都希氏蛙(*Rana latouchii*)族群，因為拉都希氏蛙在研究樣區內不但出現頻度高而且是數量較多的蛙種(章及尹，2004)，希望藉由此一追蹤畸形蛙的調查工作，能確切研究出國內畸形蛙的基本相關資料，喚起國人對畸形蛙問題的注意，進而開始認真體認到我們所居住的生活環境，是否真的已經發生了什麼重大的事！？

## 貳、研究目的

本研究主要是蒐集紀錄臺北市內湖地區拉都希氏蛙(*Rana latouchii*)族群中，外部形質異常之畸形蛙個體的基本資料，以期探討並解決下列各問題：

- 一、拉都希氏蛙族群中畸形蛙發生的比例是多少？
- 二、拉都希氏蛙族群中個體外部形質異常分佈的情形為何？
- 三、拉都希氏蛙族群中雌蛙與雄蛙發生外部形質異常之情況為何？
- 四、推測可能造成畸形產生的原因為何？

## 參、研究過程及方法

### 一、研究地點：

研究地點為臺北市內湖區金面山之南麓溪谷(彩圖 1~3)。金面山標高 258 公尺，山頂有一巨石凸向北方，從碧山巖望去頗似鳥嘴尖型，所以又稱剪刀石山。屬於五指山系的支脈，位於內湖金龍寺西側山稜(網站 12；網站 19；網站 23)。本研究即以金面山南麓溪谷為調查之區域，於全長約 90 公尺的溪谷樣區中，以 6 公尺為一分區的單位。此溪谷為一間續的溪流，依序分為前置區、A~O 區及步道樣區(A B 區，彩圖 4)共 17 個分區調查單位，每一分區調查單位皆有記號標牌(彩圖 5)以利觀察紀錄，其中環境可略分為六類：草叢、水潭、溪流、泥地、竹林及樹林。

### 二、研究設備器材

1. 野外調查工具：手電筒、採集箱、洗衣網、溫濕度計(TSE1360)、電子游標尺(KAWAI)、電子秤(POCKET 80)、光照度計、數位相機(NIKON COOLPIX 4300)及 5 號夾鏈袋等(彩圖 6)。
2. 資料整理分析電腦軟體：Microsoft Excel 及 SPSS11.00 軟體。

### 三、研究調查物種

本研究以金面山南麓溪谷中的拉都希氏蛙(*Rana latouchii*)為調查物種(彩圖 7~9)，拉都希氏蛙(*Rana latouchii*)的身體兩側各有一條明顯的長棒狀皺褶突起，所以又稱為闊褶蛙(呂等，1999；葉等，1999)。雌蛙體長不超過 60mm，雄蛙體長不超過 50mm，屬於中小型蛙類，身體平扁，背部有許多大大小小的顆粒狀突起，呈紅棕色或棕灰色；背側褶發達，以中央部分最寬厚；從吻端沿鼻孔、背側褶下方有黑色縱紋；腹側為黃白色，於胸部有淡黑色之雲紋。雄蛙體型較小，前臂較為粗壯，吻端比較尖，有一對咽側下內鳴囊，上臂基部有不甚明顯的黑色臂線。拉都希氏蛙廣泛分佈於全島中低海拔地區，是適應力很強的一種蛙類(葉等，1999；潘，2000；網站 1)。

除了太冷或太乾熱的日子外，牠們幾乎是整年都在繁殖，但主要還是集中在春、秋兩季。非繁殖期時，常出現在步道、馬路或住宅附近覓食；繁殖期時，則會成群結伴遷移到水池、稻田、沼澤、流動緩慢的溝渠或溪流邊，躲在草根、石縫或者水草底下鳴叫。每次產卵 900~1500 粒。卵徑約 1.3~1.5 mm，常一粒黏一粒，呈長條狀纏繞在水中植物體上；或聚成團狀，有時會數十個卵塊聚成一大團(彩圖 10)。蝌蚪背部棕綠色，有深棕色細點。尾鰭透明發達，尾端尖圓，有細棕色點(周，1997；呂等，1999；網站 1)。

除了臺灣地區之外，拉都希氏蛙也廣泛分佈於大陸南方地區的貴州、安徽、江蘇、浙江、江西、湖南、福建、廣東、廣西各省(葉等，1999)，主要以螞蟻、蜘蛛和鞘翅目昆蟲為食(馬等，1992；侯，1998)，在消滅農田害蟲方面有一定的作用，由於適應力強，在某些地區中往往成為優勢種(dominant species)(葉等，1999)。

#### 四、調查時間

自 2003 年 6 月開始，每星期至少兩次到樣區進行夜間觀察紀錄，每次約 3~4 小時。

#### 五、調查方法

調查時使用穿越線取樣法(Transect Sampling)及目視遇測法(Visual Encounter Method；VES)為主要調查方法(林及盧，1995；朱，1996；呂等，1996；林，1996；林及盧，1997a，1997b；徐，2002)。在調查樣區內發現拉都希氏蛙成蛙個體，以準確至 0.01mm 之游標尺(KAWAI)進行吻肛長(snout-vent length；SVL)之測量(彩圖 11)；並以精確至 0.1g 的電子秤(POCKET 80)測量其體重(彩圖 12)，以作為個體形質基本資料的登錄。

#### 六、資料記錄

調查過程中所記錄的資料包括有：

1. 調查時間：分別記錄採集當天西曆日期及起始與終止時間。
2. 停棲樣區：區分為前置區、A~O 區及步道樣區(A B 區)，合計共 17 個分區調查單位。

3. 氣象資料：記錄當天的氣候狀態，以電子溫溼度計(TES1360)記錄溫度(°C)、溼度(%)；  
使用光照度計測量每個分區調查單位之光照度(Lux)。

4. 個體形態：記錄拉都希氏蛙(*Rana latouchii*)成蛙個體之性別、吻肛長、體重及外部形質發生畸形的部位。

5. 寄生蟲：記錄拉都希氏蛙(*Rana latouchii*)個體有無寄生蟲寄生。

## 七、資料分析：

從調查整理資料中利用電腦軟體(Microsoft Excel 2002、SigmaStat Version1.0 及 SPSS 11.0)進行分析：每月拉都希氏蛙的平均出現隻次、畸形蛙個體的平均出現隻次、畸形蛙的發生率、畸形蛙個體重複捕捉率(Recapture rate)、計算畸形蛙中之雌雄性別比例，統計發生畸形部位的比例、各樣區畸形蛙的發現率，及拉都希氏蛙個體被水蛭寄生的比例。

### 1. 每月平均出現隻次

每次的夜間觀察都會記錄所有出現的拉都希氏蛙數量，將實際有出現數量以月為單位進行統計，每月做一次的結算，並計算其平均隻次值，將當月出現隻次除以當月夜間觀察次數，其計算方法是：平均出現隻次值 =  $x/D$

( $x$ ：拉都希氏蛙該月出現總隻次； $D$ ：為該月夜間觀察次數)

### 2. 每月畸形蛙個體平均出現隻次

其計算方法是：畸形蛙平均出現隻次值 =  $x1/D1$

( $x1$  表畸形蛙個體該月出現總隻次； $D1$  為該月夜間觀察次數)

### 3. 畸形蛙的發生率

畸形蛙發生率的計算方法是將畸形個體總數除以總紀錄隻數再乘以百分之百，

其計算方法如下：

畸形蛙發生率 =  $(dX/mX) \%$

( $dX$ ：畸形個體發現總數； $mX$ ：調查期間族群總紀錄隻數)

#### 4. 外部形質發生畸形部位的比例

統計觀察紀錄每一類外部形質畸形之數量，再分別除以已記錄的所有畸形部位的總隻數。

#### 5. 畸形蛙中之雌雄性別比例

記錄所觀察之拉都希氏蛙畸形個體的性別，計算時以雌蛙為基準量化為 1，再將量化後的雌性個體數比上雄性個體數。使用卡方分析(Chi-square)，進行百分比同質性質考驗(test of homogeneity of proportions)(沈，2001；張及林，1995)，檢測整個族群中雌蛙與雄蛙畸形個體的發生率是否有相同。

#### 6. 畸形蛙個體重複捕捉率

將再次觀察到已有記錄的畸形蛙視為重複捕捉個體，將其除以總紀錄的畸形蛙隻數再乘以百分之百，計算方法如下：

$$\text{畸形蛙個體重複捕捉率} = (r_x / c_x)\%$$

( $r_x$ ：已有紀錄之畸形蛙； $c_x$ ：紀錄之畸形蛙總隻數)

#### 7. 畸形蛙在各樣區出現的百分比

將每個分樣區中所記錄的畸形蛙數量除以所觀察的畸形蛙總數。

#### 8. 拉都希氏蛙族群中被水蛭寄生之比例

將研究期間，所觀察紀錄到被水蛭寄生的拉都希氏蛙總隻數除以觀察紀錄到的拉都希氏蛙總隻數，計算方式如下：

$$\text{水蛭寄生之比例} = (p_X / t_D)\%$$

( $p_X$ ：被水蛭寄生之總隻數； $t_D$ ：觀察紀錄的拉都希氏蛙總隻數)

## 肆、研究結果與討論

### 一、研究結果

本研究調查時間自 2003 年 6 月至 2004 年 5 月為止，於十二個月的期間，共進行了 76 次的野外調查。在研究期間內共觀察了拉都希氏蛙(*Rana latouchii*)1505 隻次，總記錄了 580 隻：雌蛙有 190 隻，雄蛙有 350 隻，幼蛙有 40 隻；觀察畸形蛙總計 125 隻次，紀錄到畸形蛙個體共 76 隻：雌性畸形蛙有 21 隻，雄性畸形蛙有 53 隻，幼體畸形蛙有 2 隻(表一、表二)。

在此 76 次的野外調查畸形蛙期間，共記錄到八大類外部形質異常的畸形拉都希氏蛙個體，包括有：1. 整隻個體形質畸形(彩圖 13~14)，2. 單眼個體(彩圖 15)，3. 附肢缺少(彩圖 16)，4. 附肢缺臂(彩圖 17)，5. 附肢缺掌(彩圖 18)，6. 腳掌多趾(彩圖 19)，7. 附肢腳掌畸形(彩圖 20~22，包含：右後肢腳掌畸形及右前肢腳掌畸形之個體)，8. 附肢腳掌缺趾(彩圖 23~24，包含：右後肢腳掌缺趾、左後肢腳掌缺趾、右前肢腳掌缺趾、左前肢腳掌缺趾等個體)。此外，研究調查期間在溪谷研究樣區中，記錄到被水蛭(彩圖 25)寄生的拉都希氏蛙個體共 25 隻(彩圖 26~27)。

#### 1. 拉都希氏蛙每月平均出現隻次

每月平均出現隻次，數量最多的月份出現於 2003 年 12 月，共計 8 次野外調查，總共出現 322 隻次，平均為 40.25 隻次/次；最少的月份出現於 2004 年元月，共計 5 次野外調查，總共出現 18 隻次，平均為 3.6 隻次/次，其他各月份之數據詳見表二。

#### 2. 每月畸形蛙個體平均出現隻次

畸形蛙每月平均出現隻次，數量最多的月份出現於 2004 年 5 月，共計 3 次野外調查，總共紀錄 13 隻次，平均為 4.33 隻次；最少的月份出現於 2004 年元月，共計 5 次野外調查，總共紀錄 2 隻次，平均為 0.4 隻次，其他各月份之數據詳見表二。

#### 3. 畸形蛙的發生率

在研究期間內總共記錄了 580 隻拉都希氏蛙(*Rana latouchii*)，發現畸形蛙個體 76 隻；估

算出畸形蛙發生率約為：13.10%。若以性別區分，雌蛙有 190 隻，其中發現畸形蛙 21 隻，故雌蛙發生畸形比例約是：11.05%；而雄蛙有 350 隻，其中發現畸形蛙 53 隻，得雄蛙發生畸形比例約是：15.14%(表一)。

#### 4. 外部形質發生畸形的部位比例

統計 76 隻畸形蛙各外部形質發生畸形的比例，以附肢腳掌缺趾的 66.38%發生率最高(其中，又以 34 隻次的右後腳掌缺趾個體及 33 隻次左後腳掌缺趾個體居多)，而發生畸形部位比例最低的則是整隻個體形質畸形、單眼個體及附肢缺臂的 0.86%，僅有 1 隻次(表三)。

#### 5. 畸形蛙之雌雄性別比例

調查樣區發現的 76 隻畸形蛙個體中，雌性畸形蛙共 21 隻，雄性畸形蛙共 53 隻，可得知畸形蛙中雌雄比約為 1:2.52。但整個觀察族群中，將雌蛙和雄蛙之正常個體數與畸形個體數進行卡方分析(Chi-square)之百分比同質性質考驗(test of homogeneity of proportions) (沈，2001；張及林，1995) (表一)，結果發現：族群中雌蛙與雄蛙發生畸形的比例並無顯著的差異 ( $X^2=1.742$ ,  $df=1$ ,  $p>0.05$ )，即顯示出族群中雌蛙與雄蛙發生畸形個體之比例是相同的。

#### 6. 畸形蛙之重覆捕捉率

在所記錄的 76 隻畸形蛙個體中，至少有一次被重複捕捉的個體有 19 隻，可得知重複捕捉率為 25%；畸形蛙個體中，共計有 6 隻畸形蛙個體至少被重覆捕捉三次以上，其中有 1 隻重覆捕捉次數高達七次，其次重覆捕捉次數為四次的個體則有 3 隻(表四)。

#### 7. 各樣區畸形蛙出現百分比

樣區各分區單位中，第一次紀錄到畸形蛙個體是以 A 區中的 12 隻為最多，出現比例是 15.79%，次多的是 E 區的 9 隻，出現比例是 11.84%；而在整個調查期間，紀錄到畸形蛙個體共 125 隻次，其中以 A 區的 23 隻次為最多(18.40%)，其次則分別是 E、F 及 G 區的 13 隻次(10.40%)。進行卡方分析(Chi-square)之適合度考驗(test of goodness of fit)發現：不論是首次記錄或是重覆觀察的畸形蛙個體，對樣區中各分區單位棲息的選擇偏好均有顯著性的差異(首

次記錄之個體： $X^2=45.24$ ， $df=16$ ， $p<0.05$ ；重覆記錄之個體： $X^2=83.216$ ， $df=16$ ， $p<0.05$ ；表五)。其他各分樣區畸形蛙出現百分比的資料詳見表五。

## 8. 水蛭寄生比例

研究調查期間在溪谷研究樣區中，共觀察記錄到 580 隻拉都希氏蛙，其中至少有 25 隻曾被水蛭寄生，寄生比例約為 4.31%。

## 二、討論

近年來蛙類畸形率偏高，在西方國家中就有許多發現，包括有：中南美洲的哥斯大黎加、波多黎各、宏都拉斯、巴拿馬和委內瑞拉。美國的明尼蘇達州、威斯康新州、佛蒙特州，甚至是受到保護的國家公園(如：Yosemite、Sequoia and Kings Canyon in California)、加拿大、澳洲、和一些歐洲國家；而亞洲地區則在日本和中國大陸亦有發現畸形蛙的紀錄(網站 2；網站 17；網站 18；網站 24)。

兩棲類動物一向被認為是環境監測的重要指標生物，因其對環境中的變動非常敏感，而蛙類的皮膚具有通透性，水質一旦受到污染，污染物質會快速進入體內，使蛙體產生病變，甚至死亡(周，2003)。回溯早至 1900 年代，即有研究曾指出，每個兩棲類族群都會有少數外部形質缺陷的個體，可能來自於遺傳突變、受傷或發育上的問題，然而這樣的情形在一個健康的族群裡，通常不會超過 5%(布勞斯坦及強生，2003)。然而，自 1990 年代中期開始，畸形的兩棲動物發生比例已急遽升高，甚至在某些族群中，外部形質發生缺陷的個體平均高達至 25%，比起過去數十年明顯高出許多(布勞斯坦及強生，2003；網站 10；網站 13)。

在 1990 年美國的明尼蘇達州、威斯康新州、佛蒙特州及加拿大開始出現畸形蛙後，國外的報章雜誌上都有大量相關問題的報導與討論(網站 14)。目前關於造成畸形蛙的原因，在 2001 年 5 月號的國家地理雜誌曾報導說：在大量使用殺蟲劑的農業地區，出現蛙類眼睛長錯位置及缺少或多了肢體的異常現象，則是驚人的尋常。然而，兩棲爬行動物學家馬丁·瓦利(Martin Ouellet)在加拿大魁北克聖羅倫斯河谷的研究發現，某些農場的池塘中，幼蛙畸形的

比率甚至高達七成(Morell, 2001)。此外,有些研究報告則認為赤蛙會因感染寄生蟲而造成畸形(民生報, 2002; 網站 13; 網站 15)。在 2003 年 3 月號的科學人雜誌就曾指出,造成畸形蛙的可能原因有三種: 1. 紫外線; 2. 寄生蟲; 3. 污染物質。

我們將所蒐集到的畸形蛙報導資料及研究報告進行整理,歸納出下列三方面與畸形蛙發生有關的主要原因:

### 1. 紫外線:

自從 1970 年代開始,氟氯碳化物與其他人造化學物質使平流層的臭氧保護層變薄之後,地表上便已經能夠偵測到紫外線(網站 3; 網站 15),隨著臭氧層越來越薄,紫外線的輻射量也隨之加劇,而過度暴露於紫外線輻射之下,是普遍認為會造成畸形的原因之一(網站 7);幾乎是一發現兩棲類有畸形的問題時,研究人員就會懷疑過量紫外線是主要因素,因為紫外線早被認定與兩生類族群減少有關,紫外線對動物會造成各種影響,包括細胞內 DNA 的改變、免疫系統的傷害及遺傳突變的產生,在實驗室中也已證實紫外線的確會干擾兩生類的發育(Kiesecker *et al*, 2004; Morell, 2001)。

在 1994~1998 年之間,已有研究學者證實,紫外線的照射可以殺死兩生類胚胎與幼體並造成成蛙眼睛的嚴重缺殘,並可引發蛙類與蠓蟻的各種身體畸形(網站 7; 網站 11);至於暴露於紫外線下是否會干擾腿部的發育,到了 90 年代末期也得以確定:如果保護發育中的青蛙免於紫外線照射,則成蛙四肢正常,若蝌蚪完全暴露於自然界中的紫外線時,成蛙的腿便長的不完全,甚至缺了腳趾。但紫外線並不能解釋自然界中所有腿部畸形,最明顯的例子即是紫外線並不能產生「多出來」的腿(布勞斯坦及強生, 2003)。

### 2. 寄生蟲:

最新的證據指出,寄生蟲的傳染是最普遍引致畸形的原因之一(布勞斯坦及強生, 2003)。有研究報告指出,蛙類發生最廣泛的後肢異常現象,很顯然是肇因於寄生蟲,因為這些被發現的畸形蛙都有被一種寄生性的吸蟲(或稱扁蟲, *Ribeiroia ondatrae*)所感染。這些還沒有明確

分類的加州吸蟲，看起來似乎不會一下子殺死牠們的寄主，不過有研究學者懷疑，只要這類寄生性的吸蟲在蝌蚪體內形成胞囊(通常是靠近後腿處)，就會對蝌蚪的自然發育造成外力干擾(明克爾，2002；網站 5；網站 22)。而其他研究報告亦指出，畸形兩棲類個體所棲息的環境中，幾乎都可以發現這類吸蟲的存在，反而是找到化學污染物的頻率則是較少的。近年來，寄生蟲的感染似乎有急遽增加的趨勢，可能已算是一種流行病了(民生報，2002；網站 16；網站 17)。

至目前為止，生物學家已知道了這種吸蟲的生活史，當此寄生蟲離開螺類寄主進入蝌蚪體內後，便把自己埋藏在靠近後腿處。受到感染的蝌蚪於是長出多餘的腿，或是根本長不出腿。此種腿部畸形的兩棲類行動較不敏捷，而容易遭受掠食者的捕食，然而捕食腿部畸形蛙類的掠食者正是此種寄生蟲的最終寄主，通常是以鷺鷥類的鳥類為主。寄生蟲在鳥類體內成熟、繁殖，牠們的卵再經由鳥糞進入水中，幼蟲孵化出來後便找尋螺類展開下一個生命循環(布勞斯坦及強生，2003；Kiesecker *et al*，2004)。

### 3. 污染物質：

吸蟲類寄生蟲等自然因素雖然會造成畸形蛙，但是殺蟲劑及其副產品的嫌疑已越來越大(Morell，2001)。早期有許多關於兩棲類疾病的報告，來自於每年施用大量殺蟲劑與肥料的地區，大量的污染物會使兩生類死亡。最初懷疑美賜平(methoprene，為一種農藥)的原因，在於它與視網醛衍生物的化學性質相似，其中特別是視網酸，在脊椎動物的發展過程扮演整體性的角色，過多過少都可以致使胚胎發生畸形(布勞斯坦及強生，2003)。還有農藥裡的化學物可能降低蛙類對感染的免疫力，不然就是因農藥的瀉流，促使寄生性的吸蟲傳染給蛙類及蝸牛的數量遽增(網站 21)。

除了農藥之外，還有重金屬、氯化物、過量的維生素 A 及殺蟲劑等都是可能造成兩棲類產生畸形個體之污染物(網站 4；網站 10；網站 21；網站 22)。其中在二十世紀的 90 年代末，美國環保署在明尼蘇達州進行的一系列相關實驗，其結果已明確顯示出過量的維生素 A，足以造成蛙類的後肢發育不良(網站 4)，此外，研究人員還發現，池塘中若含殺蟲劑，則所發

現的畸形蛙數量比起不含殺蟲劑的池塘還要高出許多(網站 5)。

除了上述歸納的三個被廣泛討論的因素外，亦有少許報導的資料指出：造成畸形蛙的原因並不在於重金屬或化學污染物，而殺蟲劑和一些有毒物質也不會影響，吸蟲、細菌或是黴菌的感染也非造成畸形蛙發生的主要原因，反倒是水中的一些不明成分造成的(網站 14)；此外，兩棲類腳掌出現畸形現象，亦有可能是因為後天的受傷、胚胎發育誘導錯誤或其他自然因素的使然(周，2003)。

本研究是以內湖金面山南麓溪谷為調查樣區，溪谷兩旁植被繁蔭，樹蔭遮蓋度大(光照度約在 40~1400 Lux)，以致阻擋了太陽光的直射，而紫外線對樣區中蛙卵孵化的直接傷害可能性則較小，因此推測：樣區中因紫外線的影響而導致畸形蛙發生的相關性則是較低的。

在調查研究期間，曾多次發現水蛭寄生於拉都希氏蛙的成蛙個體上，雖無明確證據證明水蛭的寄生與畸形蛙個體的發生會有直接的關連，但是至少高達 4.31% 的寄生率，對蝌蚪或是幼蛙而言，能否有一正常的發育過程，實為一值得重視的警訊。

在整個調查樣區中，人為活動干擾頻率雖少，但是溪谷上游處，仍有一戶農舍在山坡地種植蔬菜與竹筍，農作過程中所施灑的化學污染物(包括：肥料及殺蟲劑等)有極大的可能會瀉流至溪水中，污染水潭，進而影響蛙卵胚胎的發育而導致畸形個體的產生。在各分樣區中所發現的畸形蛙，不論是首次記錄的個體數或是總出現隻次數，亦均是以具水潭的分樣區數目較多(A、B、E、F 及 G 區，圖一)。但此一農作污染物質對整個樣區中蛙類產生畸形個體的影響程度為何？還需更進一步的檢測與實驗程序，才会有更為明確的答案。

此外，樣區中也常發現臺灣北部溪流中常見的淡水蟹—宮崎氏澤蟹(*Cadidiopotamon miyazakii*; 施及游, 1999)(彩圖 28)，此種淡水溪蟹不但是蛙卵、蝌蚪甚至幼蛙的掠食者，其更是淡水吸蟲類重要的第二中間寄主(網站 16)。因此，吸蟲類中間寄主的存在，更是增加了寄生性吸蟲類感染蝌蚪及雙態個體(彩圖 29)，而導致畸形蛙產生的可能性。

在調查樣區中，蛙類的掠食者除宮崎氏澤蟹外，還記錄到有：蛇類的龜殼花(*Trimeresurus*

*microsquamatus*，彩圖 30~31)、龜鱉類的材棺龜(*Mauremys mutica*，彩圖 32)、肉食性的水棲昆蟲—紅娘華(*Laccotrephes sp.*；張，1998；張，2001；楊，1991)(彩圖 33)、蜻蜓的稚蟲—水蠶(陳，2003；陳，1998；楊，1991)(彩圖 34)及數量眾多的外來種掠食者—美國螯蝦(*Procambarus clarkii*，彩圖 35、彩圖 36)(網站 8；網站 9；網站 20)。掠食者的存在，對生態系中物種族群數量的控制有其必要的重要價值(施，2003)，但是數量過多、生殖力旺盛且適應力強悍的外來掠食者—美國螯蝦，卻是嚴重破壞本土生態平衡的可怕殺手(網路 8；網站 9；網站 20)。此外，有研究報導曾指出，環境中與蛙類共棲的動物：可能是魚、水蛭或是烏龜等，會咬掉蝌蚪的腿部(周，2003；布勞斯坦和強森，2001)。因此，調查樣區中拉都希氏蛙的蝌蚪、幼蛙，甚至成蛙個體，在逃避這些掠食者的捕食過程中，極有可能會造成外部形質受傷，因而導致畸形部位的發生。

此外，歸納本研究野外調查的數據結果，發現其可以反映出某些現象：

1. 拉都希氏蛙屬於全年皆可繁殖的蛙類(呂等，1999；陳，2003；楊，1991；潘，2000)，且有研究報告則顯示出：拉都希氏赤蛙每年應有兩個生殖行為的高峰期，一為 4~6 月，另一則是 10~12 月(徐，1991；侯，1998、1999；卓，2002)。而調查樣區中畸形蛙每月平均出現隻次，是以 10~12 月及 3~5 月數量較多(圖二)，此外，將畸形蛙每月平均出現隻次與拉都希氏蛙族群每月平均出現隻次進行相關性分析(Linear Regression)，用以檢測二者之相關性(relationship)，結果我們發現：當族群出現活動的個體數增加時，畸形蛙出現的數量亦有上升之趨勢( $R=0.756$ ， $p<0.01$ ；圖三)。因此推測：在生殖活動高峰期間，外部形質畸形的拉都希氏蛙個體，會有出現活動頻率增加的現象，而可能會依照其本能進行生殖行為。
2. 至少被重覆捕捉兩次的畸形蛙個體，均具有附肢腳掌缺趾的外部形質畸形特徵，其中被重覆捕捉次數高達七次的畸形蛙，即是附肢腳掌缺趾(右後腳掌)之個體。此外，比較所記錄的八類外部形質畸形的個體重覆捕捉次數，我們發現：整隻個體形質畸形、單眼個體及附肢缺臂的畸形蛙均無重覆捕捉次數(重覆捕捉率=0)，附肢腳掌畸形的畸形蛙有 22 隻，卻只有 2 隻個體有被再次捕捉的紀錄，故其重覆捕捉率亦僅有 9.09%(表六)。因此我們推測：

附肢腳掌缺趾對蛙類個體活動影響較小，而整隻個體形質畸形、單眼及附肢缺臂等外部形質的異常，對蛙類個體影響較大。也就表示，不同部位形質畸形的發生，將會影響畸形蛙的個體活動，甚至可能降低畸形蛙的存活機率。

3. 研究結果顯示：整個調查研究樣區中，拉都希氏蛙族群之雌蛙與雄蛙發生畸形的比例並無顯著的差異 ( $X^2=1.742$ ,  $df=1$ ,  $p>0.05$ )，即顯示出族群中雌蛙與雄蛙發生畸形個體之比例是相同的。因此本研究推測，不論是哪一種因素或是不同因素的加成效應，導致畸形蛙個體的發生，對不同性別的蛙類而言，其發生畸形個體的機率是相同的。
4. 研究結果顯示，在整個調查樣區中，包括畸形蛙首次記錄的隻數及總出現隻次數，均是以 A、B、E、F、G 區及 A B 區等分樣區出現數量較多，而 K 區、L 區及 O 區則是出現數量最少(圖一)。分析各分樣區環境，發現 A、B、E、F 及 G 區不但都具有水潭，且草本及灌木植被非常茂盛，而 A B 區雖無水潭，但周圍的草本植被亦生長濃密；K 區和 L 區是以高大喬木的落葉堆為主，O 區為土坡環境。因此我們推測：溼度較高且隱蔽度大的環境，為畸形蛙較偏好選擇的棲息環境，而 K 區、L 區及 O 區屬於較為乾燥的區域，以生存條件考量，不論是覓食、避敵或是棲息，對畸形蛙個體而言都是較為嚴苛的環境，故 K 區、L 區及 O 區等均無畸形蛙出現活動的記錄。

在我們所蒐集的資料裡，有篇報導曾指出，畸形蛙因為身體外部形質上的障礙，增加了覓食及躲避掠食者困難度，所以大部分的畸形蛙都活不過生殖季(網站 17)。但是在我們野外調查的數據結果卻顯示出，在生殖季裡出現的畸形蛙數量反而為較多；此外甚至還有報告指出：「畸形蛙的成蛙是相當罕見的」，因為生存條件的困難，使牠們很少能長到成蛙，以馬丁·瓦利的調查報告為例，加拿大魁北克的聖羅倫斯河谷中，幼蛙畸形的比例高達七成(Morell, 2001)。但本研究所觀察到的畸形蛙卻是以成蛙為較大多數；上述報導與我們觀察研究結果有所不同的原因，可能是蛙種、調查樣區或是調查方法等因素的不同，至於詳細的原因還需要再更進一步的調查研究。

## 伍、結論與應用

### 一、結論

1. 內湖金面山區南麓溪谷拉都希氏蛙族群畸形蛙發生率約是 13.10%。
2. 拉都希氏蛙外部形質發生畸形的部位，共有八大類，十二種，其中以附肢腳掌缺趾類的 66.38% 發生率最高。
3. 不同外部形質畸形的發生，對畸形蛙個體的活動或是生存機會將產生不同程度的影響。
4. 拉都希氏蛙族群中，雌蛙與雄蛙發生畸形個體之比例是相同的( $X^2=1.742$ ,  $df=1$ ,  $p>0.05$ )。
5. 畸形蛙在族群生殖活動高峰期間，會有出現活動頻率增加的現象。
6. 畸形蛙偏好選擇溼度較高、隱蔽度大且易避敵害的區域，作為覓食及棲息的環境。
7. 造成內湖金面山區南麓溪谷拉都希氏蛙畸形蛙發生的主要原因，推測可能有下列幾種：
  - (1) 農作過程中的化學污染物。
  - (2) 水蛭或是吸蟲類的寄生。
  - (3) 逃脫掠食者捕食過程受傷。

### 二、應用

長久以來，人類視自然資源為取之不盡的財貨，過度開發，使得自然環境急速惡化，空氣污染、地球溫暖化、臭氧層破洞、酸雨、沙漠化等環境問題應運而生，嚴重影響生態系的平衡(網站 3；網站 6；網站 18)。然而畸形蛙的出現是自然環境給我們的一重大警訊，大多數的研究報告將兩棲類動物發生畸形最可能的原因歸咎於受到吸蟲的寄生所致，但這絕不是唯一的原因，往往也有其他因子的連帶影響。有時，水污染物質或過量紫外線可能造成特定的問題，如身體變形與眼睛或皮膚的病變。有時，污染物和紫外線可能減弱兩生類的免疫系統，創造了感染的條件，使其更容易被寄生蟲入侵。顯而易見地，有各種問題威脅著兩生類，不僅針對個體，而且可能進一步影響整個族群。於是，要瞭解其間的互動關係，人類與其他動物也可能遭受到與兩生類同樣的環境危害問題，我們應當留心牠們的警告。但如果我們面

對蛙類的畸形事件，心中只憂慮著，污染的環境也可能導致人類畸形，似乎也太簡化問題的嚴重性。我們知道，沒有一個物種能獨立存在，而每一個物種都是生態系中的一部分，每一個物種的存滅都是息息相關的。當我們冷靜下來，仔細思量著：在野外環境中若再也看不到任何一隻畸形蛙時，是否才是更為可怕的現象？！因為那正表示著整個環境的品質已經惡化到不適合兩棲類的生存，連畸形蛙都來不及形成就已經死亡了。若是果真如此，這才真是我們人類應該深深省思與警惕的嚴重課題。

## 陸、參考文獻

- Kiesecker. J. M.、Belden. L. K.、Shea. K. and Rubbo. M. J. 2004. Amphibian Decline and Emerging Disease. *American Scientist* 92 : 138-147.
- 布勞斯坦(Andrew R. Blaustein)及強生(Pieter.T Johnson)，姚若潔 譯 2003，一隻青蛙七條腿，*科學人*，2003(03)：77-82 頁。
- 朱哲民 1996，臺灣北部溪流蛙類族群之研究，國立臺灣師範大學生物學系碩士論文。
- 呂光洋、杜銘章、向高世 1999，台灣兩棲爬行動物圖鑑，大自然雜誌社，74-75 頁。
- 呂光洋、陳添喜、高善、孫承矩、朱哲民、蔡天順、何一先、鄭振寬 1996，臺灣野生動物資源調查—兩棲類調查手冊，行政院農委會。
- 李啟禎 2003，核二廠出水口及其附近河口域畸形花身雞魚生態與分布之研究，國立海洋大學海洋生物研究所碩士論文。
- 沈明來 2001，生物統計學入門，第四版，九州圖書文物有限公司。
- 卓瓊玫 2002，霧社地區拉都希氏赤蛙的族群生態研究，國立臺灣師範大學生物學系碩士論文。
- 周文豪 1997，台灣無尾類蝌蚪之形態、分類與棲境區隔，私立東海大學生物系博士論文。
- 周文豪 2003，看不到畸形蛙更可怕，*科學人*，2003(03)：83-84 頁。
- 明克爾(JR Minkel)，王心瑩 譯 2002，畸形蛙是怎麼來的？，*科學人*，2002(08)：16 頁
- 林中一 2001，臺北縣雙溪河流域褐樹蛙之生殖生態與族群分佈，國立臺灣大學動物學研究所碩士論文。
- 林永祥 1995，高水溫與畸形花身雞魚關係之探討，國立海洋大學海洋生物研究所碩士論文。
- 林華慶 1996，南投縣的爬蟲類，臺灣省特有生物研究保育中心。
- 林麗紅、盧堅富 1995，南投縣兩棲類動物之調查，南投縣生物資源調查成果彙編，臺灣省特有生物研究保育中心。
- 林麗紅、盧堅富 1997a，雲林縣兩棲類動物之調查，雲林縣生物資源調查成果彙編，臺灣省特有生物研究保育中心，55-59 頁。

- 林麗紅、盧堅富 1997b, 彰化縣兩棲類動物之調查, 彰化縣生物資源調查成果彙編, 臺灣省特有生物研究保育中心, 53-56 頁。
- 邵廣昭 2001, 核二廠畸形魚調查及試驗(北部核能電廠及核能四廠附近海域之生態調查—子計劃五) 期末報告, 臺灣電力公司。
- 邵廣昭、黃登福 1995, 畸形魚原因鑑定專案計劃子計劃 I---物理組, 行政院環境保護署。
- 侯平君 1998, 全球變遷: 南仁山森林生態研究-優勢兩棲類捕食動態及能量流動模式(一), 行政院國家科學委員會專題研究計劃成果報告。
- 侯平君 1999, 全球變遷: 南仁山森林生態研究-優勢兩棲類捕食動態及能量流動模式(二), 行政院國家科學委員會專題研究計劃成果報告。
- 施河 2003, 高級中學基礎生物, 南一書局企業股份有限公司。
- 施志昫、游祥平 1999, 臺灣的淡水蟹—Freshwater Crabs of Taiwan, 國立海洋生物博物館籌備處。
- 徐敏益 2002, 蓮華池地區蛙類聲音族群之研究兼論兩生類三種監測方法的比較, 國立彰化師範大學生物學系碩士論文。
- 徐勝輝 1991, 臺灣中部拉都希氏赤蛙的年生殖型式, 私立東海大學生物研究所碩士論文。
- 馬曉筠、呂光洋、黃薇菁、王定中 1992. 十五種臺灣產蛙類的食性調查, 師大生物學報 27:45-52 頁。
- 張永仁 1998, 昆蟲圖鑑: 臺灣七百多種常見昆蟲生態圖鑑, 遠流出版事業股份有限公司。
- 張永仁 2001, 昆蟲圖鑑 2: 臺灣七百六十種常見昆蟲生態圖鑑, 遠流出版事業股份有限公司。
- 張紹勳、林秀娟 1995, SPSS For Windows 統計分析-初等統計(下), 松崗電腦圖書資料股份有限公司 10-15-10-31。
- 陳王時 2003, 臺灣 31 種蛙類圖鑑, 社團法人臺北市野鳥學會。
- 陳維壽 1998, 臺灣昆蟲大探險, 青新出版有限公司。

章惠琴、李安均 2004，渡溪探訪拉都希，臺灣 2004 年國際科學展覽會研究報告書。

楊懿如 1991，蛙—訪陽明山國家公園兩棲類，內政部營建署陽明山國家公園管理處。

葉昌媛、費梁、胡淑琴 1999，中國珍稀及經濟兩棲動物，淑馨出版社，243-244 頁。

維吉妮雅·莫瑞爾(Virginia Morell) 2001.當池塘邊再也聽不到蛙鳴---蛙的危機，  
國家地理雜誌 5：106-123 頁。

潘智敏 2000，臺灣賞蛙記，大樹文化事業(股)公司。

簡良潭 1996，STUDIES ON THE CAUSATIVE FACTOR OF DEFORMED THORNFISH  
(TERAPON JARBUA) IN THERMAL WATERS，  
國立臺灣大學水產食品科學研究所碩士論文。

民生報 2002/07/10，A4 生活新聞，畸形蛙何以愈見頻繁。

#### 網路資訊：

網站 1：<http://e-info.org.tw/topic/frog>

網站 2：<http://elib.cs.berkeley.edu/aw/declines/>

網站 3：<http://news.bbc.co.uk/1/hi/sci/tech/848629.stm>

網站 4：[http://online.cri.com.cn/770/2003-10-30/93@323646\\_2.htm](http://online.cri.com.cn/770/2003-10-30/93@323646_2.htm)

網站 5：[http://sdep.cei.gov.cn/770/2003-10-30/93@323646\\_2.htm](http://sdep.cei.gov.cn/770/2003-10-30/93@323646_2.htm)

網站 6：<http://study.nmmba.gov.tw/upload/Resource/conserv1162.htm>

網站 7：<http://tech.com.enorth.com.cn/system/2003/01/03/000484668.shtml>

網站 8：<http://webmail.cnsh.mac.edu.tw/~jon/images/20031005a/>

網站 9：<http://www.aeh.ntu.edu.tw/main2/invader/invader.htm>

網站 10：<http://www.beehome.com.cn/ketang/ketang5002.html>

網站 11：<http://www.china.org.cn/chinese/TEC-c/256069.htm>

網站 12：<http://www.dortp.gov.tw/walk/bm/n2.htm>

網站 13 : [http://www.epochtaiwan.info/content\\_detail.asp?art\\_id=2783](http://www.epochtaiwan.info/content_detail.asp?art_id=2783)

網站 14 : <http://www.froghome.idv.tw>

網站 15 : <http://www.hldqptt.net.cn/news/daynews/20040502/4082328.html>

網站 16 : [http://www.mbi.nsysu.edu.tw/~fiddler/crab\\_fw/dancfwc4.htm](http://www.mbi.nsysu.edu.tw/~fiddler/crab_fw/dancfwc4.htm)

網站 17: <http://www.news.wisc.edu./releases/9233.html>

網站 18: <http://www.sciencedaily.com/releases/1999/11/991119075426.htm>

網站 19: [http://www.sow.org.tw/activity/2004/tp/0516\\_0516\\_kingmensan/](http://www.sow.org.tw/activity/2004/tp/0516_0516_kingmensan/)

網站 20 : [http://www.taiwanwatch.org.tw/env\\_news/200106/90060506.htm](http://www.taiwanwatch.org.tw/env_news/200106/90060506.htm)

網站 21 : <http://www.tari.gov.tw/news/%B9A%B7~%B7s%BBD%B0%C5%B3%F8/2002-7/7.10-6.htm>

網站 22 : [http://www.whedu.com.cn/kewai/science/nature/xq/xq\\_4.htm](http://www.whedu.com.cn/kewai/science/nature/xq/xq_4.htm)

網站 23 : [http://www2.ctps.tp.edu.tw/country/leisure/leis\\_b/leis\\_be.htm](http://www2.ctps.tp.edu.tw/country/leisure/leis_b/leis_be.htm)

網站 24 : <http://159.226.2.5:89/gate/big5/www.kepu.net.cn/gb/lives/pesticibe/system/sys407.html>

表一、金面山區南麓溪谷拉都希氏赤蛙族群與畸形蛙個體雌雄數量表

	雌蛙	雄蛙	幼蛙	合計
調查族群數量(隻)	190	350	40	580
畸形蛙數量(隻)	21	53	2	76
畸形發生率(%)	11.05	15.14	5.0	13.10
雌雄蛙畸形發生率進行卡方分析( <i>Chi-square</i> )之百分比同質性質考驗			$X^2=1.742$ ， $df=1$ ， $p>0.05$	

表二、金面山區南麓溪谷拉都希氏赤蛙族群與畸形蛙每月出現總隻次及平均隻次

年份	2003						2004						總計
月份	06月	07月	08月	09月	10月	11月	12月	01月	02月	03月	04月	05月	
調查次數	12	9	8	5	6	7	8	5	6	2	5	3	76次
族群總隻次	205	177	128	52	139	74	322	18	70	51	183	86	1505隻次
平均隻次	17.08	19.66	16.00	10.40	23.17	10.57	40.25	3.60	11.67	25.5	36.60	28.70	
畸形蛙 總隻次	18	9	7	5	13	9	20	2	10	5	14	13	125隻次
畸形蛙 平均隻次	1.50	1.13	0.88	1.00	2.17	1.29	2.5	0.40	1.67	2.50	2.8	4.33	

表三、金面山區南麓溪谷拉都希氏赤蛙外部形質發生畸形部位數量

畸形類別	整隻個體 形質畸形	單眼 個體	附肢 缺少	附肢 缺臂	附肢 缺掌	腳掌 多趾	附肢腳掌畸形			附肢腳掌缺趾		
畸形部位	整隻個體 形質畸形	單眼 個體	附肢 缺少	附肢 缺臂	附肢 缺掌	腳掌 多趾	右後腳 掌畸形	右前腳 掌畸形	右後腳 掌缺趾	左後腳 掌缺趾	右前腳 掌缺趾	右前腳 掌缺趾
數量(隻)	1	1	3	1	8	3	12	10	34	33	8	2
畸形部位 比例%	0.86	0.86	2.59	0.86	6.90	2.59	10.35	8.62	29.31	28.45	6.90	1.72
畸形類別 比例%	0.86	0.86	2.59	0.86	6.90	2.59	18.97			66.38		
八個畸形類別進行卡方分析( <i>Chi-square</i> )之適合度考驗						$X^2=332.138$ ， $df=7$ ， $p<0.05$						
十二種畸形部位進行卡方分析( <i>Chi-square</i> )之適合度考驗						$X^2=157.310$ ， $df=11$ ， $p<0.05$						

表四、金面山區南麓溪谷拉都希氏赤蛙畸形個體重覆捕捉次數表

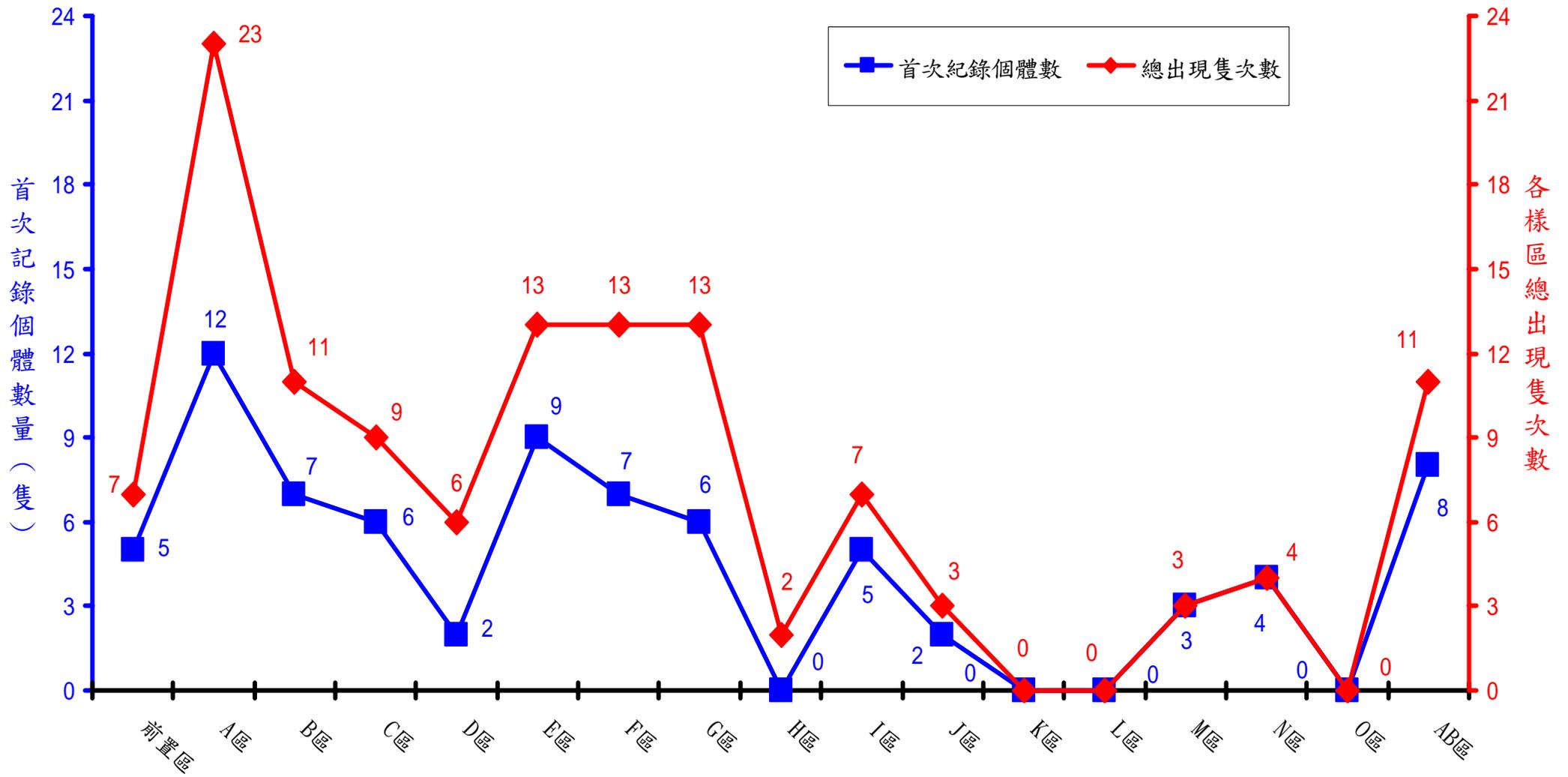
重覆捕捉次數	0次	1次	2次	3次	4次	5次	6次	7次	8次	總計
畸形蛙個體數(隻)	57	12	1	2	3	0	0	1	0	76
重覆捕捉率%	0	15.79	1.32	2.63	3.95	0	0	1.32	0	25

表五、金面山區南麓溪谷各調查分樣區中拉都希氏赤蛙畸形蛙個體出現數量

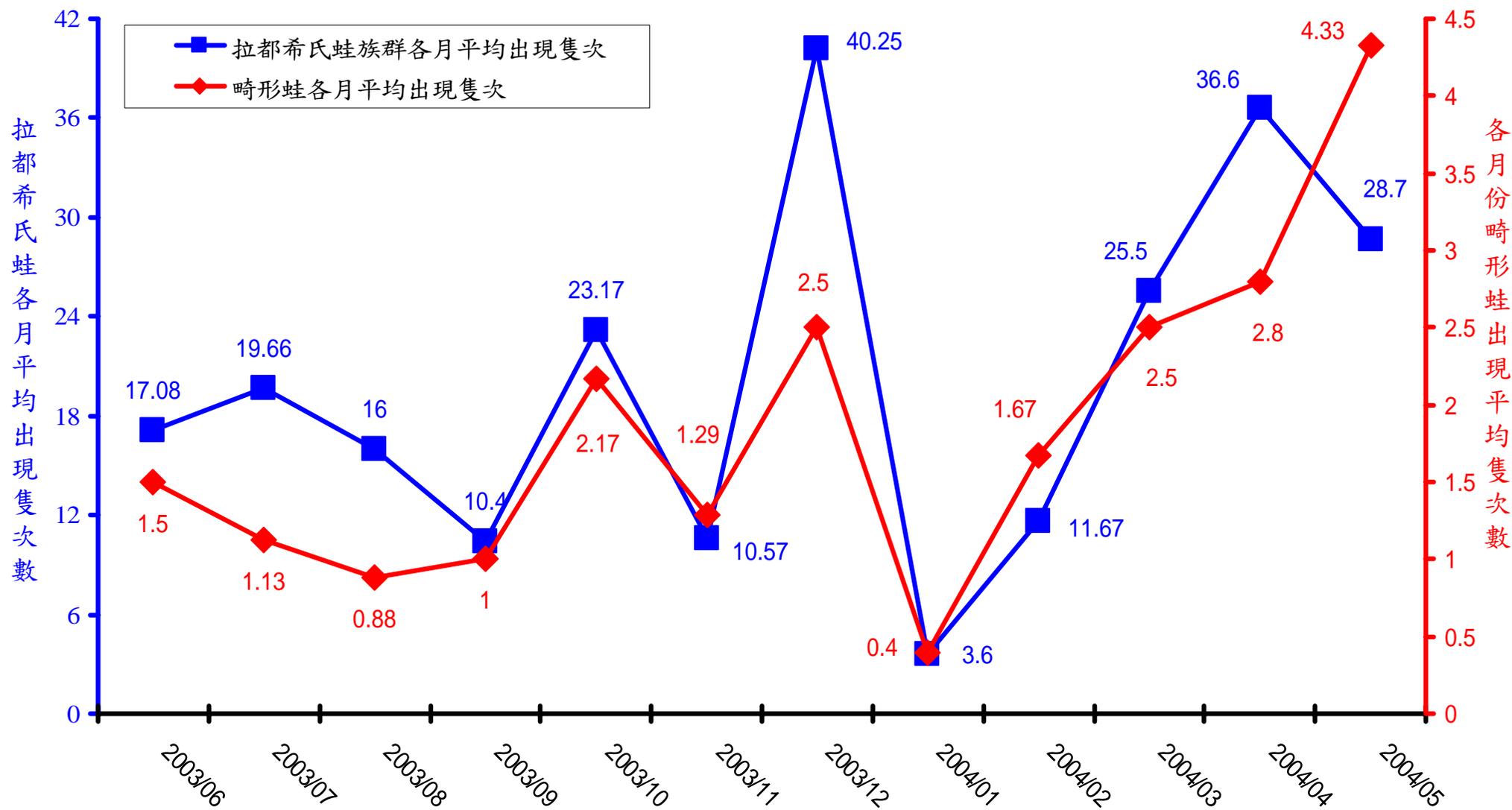
調查之分樣區	前置區	A區	B區	C區	D區	E區	F區	G區	H區	I區	J區	K區	L區	M區	N區	O區	AB區	合計
首次紀錄畸形蛙個體	5隻	12隻	7隻	6隻	2隻	9隻	7隻	6隻	0隻	5隻	2隻	0隻	0隻	3隻	4隻	0隻	8隻	76隻
畸形蛙總出現隻次數	7隻次	23隻次	11隻次	9隻次	6隻次	13隻次	13隻次	13隻次	2隻次	7隻次	3隻次	0隻次	0隻次	3隻次	4隻次	0隻次	11隻次	125隻次
各分樣區首次記錄畸形蛙隻數進行卡方分析( <i>Chi-square</i> )之適合度考驗										$X^2=45.24$ ， $df=16$ ， $p<0.05$								
各分樣區總記錄畸形蛙隻次數進行卡方分析( <i>Chi-square</i> )之適合度考驗										$X^2=83.216$ ， $df=16$ ， $p<0.05$								

表六、金面山區南麓溪谷拉都希氏赤蛙各類別形質畸形個體的重覆捕捉率

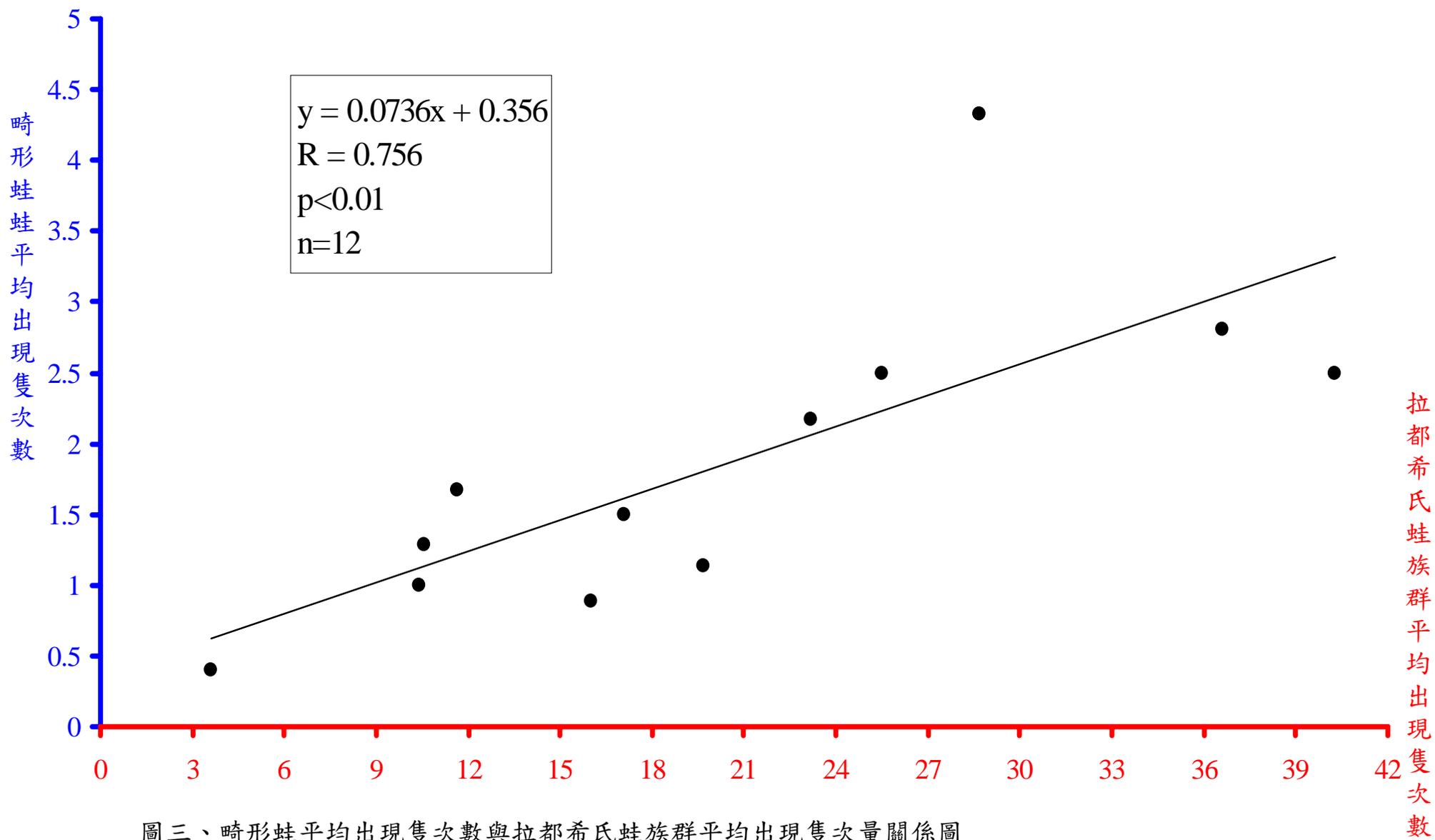
畸形類別	整隻個體形質畸形	單眼個體	附肢缺少	附肢缺臂	附肢缺掌	腳掌多趾	附肢腳掌畸形	附肢腳掌缺趾
紀錄隻數	1	1	3	1	8	3	22	77
個體重覆捕捉隻數	0	0	2	0	5	3	2	33
個體重覆捕捉率(%)	0	0	66.67	0	62.50	100	9.09	42.86



圖一、各樣區首次記錄的畸形蛙個體數量及總出現隻次數比較



圖二、各月份不分樣區拉都希氏蛙族群平均出現隻次及畸形蛙平均出現隻次比較



圖三、畸形蛙平均出現隻次數與拉都希氏蛙族群平均出現隻數量關係圖



彩圖 1、金面山區南麓溪谷調查樣區 1.



彩圖 4、登山步道樣區 (A B 區)



彩圖 2、金面區山南麓溪谷調查樣區 2.



彩圖 5、分區調查單位記號標示牌



彩圖 3、金面區山南麓溪谷調查樣區 3.



彩圖 6、野外研究調查樣工具



彩圖 7、拉都希氏蛙 (雌蛙)



彩圖 10、拉都希氏蛙卵塊



彩圖 8、拉都希氏蛙 (雄蛙)



彩圖 11、吻肛長(SVL)之測量



彩圖 9、拉都希氏蛙假交配行為



彩圖 12、體重之測量



彩圖 13、整隻外部形質畸形之個體



彩圖 16、附肢缺少的畸形蛙



彩圖 14、正常個體(左)與整隻外部形質畸形個體(右)比較



彩圖 17、附肢缺臂的畸形蛙



彩圖 15、單眼個體(缺少左眼)



彩圖 18、附肢缺掌的畸形蛙



彩圖 19、腳掌多趾之個體



彩圖 22、右前肢腳掌畸形之個體



彩圖 20、右後肢腳掌畸形之個體 1



彩圖 23、附肢腳掌缺趾之個體 1



彩圖 21、右後肢腳掌畸形之個體 2



彩圖 24、附肢腳掌缺趾之個體 2



彩圖 25、寄生於拉都希氏蛙體表的水蛭



彩圖 28、宮崎氏澤蟹



彩圖 26、被水蛭寄生的拉都希氏蛙個體 1



彩圖 29、拉都希氏蛙的雙態個體



彩圖 27、被水蛭寄生的拉都希氏蛙個體 2



彩圖 30、龜殼花



彩圖 31、龜殼花捕食拉都希氏蛙



彩圖 34、蜻蜓的稚蟲—水蠶



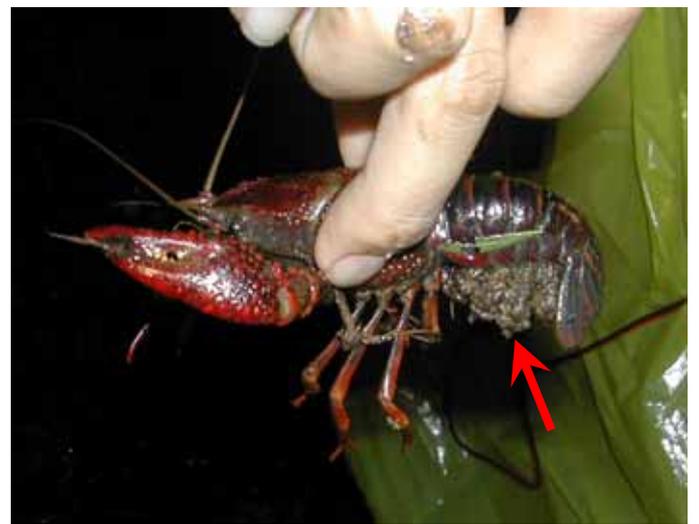
彩圖 32、材棺龜



彩圖 35、外來掠食者—美國螯蝦



彩圖 33、紅娘華



彩圖 36、正在抱卵的美國螯蝦