

篇名：

閃耀吧!台灣的斑點

食物量對蓋斑鬥魚生殖行為之影響

作者：

鄭國浩。市立麗山高中。高二 9 班

李芮儀。市立麗山高中。高二 9 班

樊晏竹。市立麗山高中。高二 9 班

壹●前言

一、研究動機

蓋斑鬥魚是種有著美麗斑紋的台灣本土魚類，他的適應力強，且以蚊蟲的幼蟲為食，可有效的控制蚊蟲的數量，進而減少登革熱的危害。

『過去蓋斑鬥魚分布於台灣全島，棲息在河溝、池沼、稻田等水草豐盛的靜水區域。但由於近年來由於經濟快速成長，自然資源過度開發、人為不當的土地利用、水資源濫用、農業不當的開墾、遊憩等行為破壞了蓋斑鬥魚的棲息地，再加上農藥、除草劑的普遍使用、外來種引進等，使得蓋斑鬥魚面臨生存危機而瀕臨絕種，造成其野外的分布呈極小區域的點狀分布。由於數量稀少，於民國八十三年政府公告為保育類野生動物。』《註一》

『要復育蓋斑鬥魚，必須從現存的族群中大量繁殖，使族群數量上升至不易於滅絕。生物的生殖會受到許多因素的影響，如溫度、光週期、食物量、密度等。而在高中基礎生物也學到，大部分有性生殖動物，在一年中都會有一個適合繁殖的季節，以配合環境，讓出生的幼體能在適合的環境中生長，這種配合季節變化的生殖週期，可使動物保留較多的資源，避免無謂的體能浪費。』《註二》『而在楊榮祥的實驗中也指出，在密閉空間中，當提供老鼠族群有限的食物時，使其面臨到食物短缺的情況時，則發現老鼠的生育率將降低。』《註三》由此可知生殖行為本身會耗費相當高的能量。因此推測如果食物量下降時，應該會影響到動物的生殖行為，讓生殖行為的頻率下降甚至停止；而當食物量充足時，會有較高的生殖行為，但若再增大食物量，則生殖能力應該不會再提升。

故本研究想探討食物量如何影響蓋斑鬥魚的生殖表現，希望藉著蓋斑鬥魚食物量的控制找出最適合蓋斑鬥魚繁殖的食物範圍，並利用實驗結果達到復育蓋斑鬥魚，增加族群數量，並應用於登革熱病媒蚊的幼蟲防制工作，降低疾病流行的危機。

二、研究目的

1.核心問題

食物量如何影響蓋斑鬥魚的生殖表現？

2.研究目的

(1)研究食物量如何影響蓋斑鬥魚的生殖表現。

(2)利用實驗成果，瞭解蓋斑鬥魚適合的最佳繁殖食物量範圍，藉著食物量的控制以達到提升蓋斑鬥魚的生殖能力，以復育蓋斑鬥魚。

貳●正文

一、研究設備與器材

1.實驗動物《註一》(彩圖一、二):

(1)分布：包括中國南部、海南島、中南半島及台灣。過去在台灣西部低海拔的平原緩流區、湖沼或池沼、稻田等域中，均可見其蹤跡。

(2)特徵：雄魚叉形尾，雌魚凹形尾。擁有迷器，迷器為位於鰓上方，輔助呼吸的器官，可以生存在低溶氧量的水域中。

(3)行爲：『在繁殖期間具有明顯領域性』，《註四》首先雄魚吐泡巢，並將泡巢之下水域視領域範圍，對雌魚展開求偶行爲。一開始雄魚會驅趕雌魚，再游至雌魚附近，對雌魚展鰭，然後雄魚、雌魚會互相展鰭。雄魚會用身體纏繞雌魚，使其腹部朝上，產出白色卵粒。之後雄魚會將受精卵置入泡巢中，雄魚會不斷吐泡以保護受精卵，並看顧卵孵化直至仔魚具備游泳能力為止(彩圖三至五)。

2.實驗器材：

器材	用途	數量
飼育箱(37×29×19) ³	實驗環境	20 箱
低溫培養箱(R-201)	實驗環境	1 台
熱電偶溫度指示器(WISEWIND-0109)	測量溫度	1 支
加溫棒(SY100)	控制水溫	8 支
數位式計時器(彩圖六)	設定光週期	1 個
電子式游標尺	測量體長	1 支
研鉢、杵	磨碎飼料	1 組
紗網	防魚跳出	15 張
魚網	撈魚用	5 支
魚飼料(海豐牌)	餵魚用	數罐

二、研究方法

1. 實驗動物取得

從臺北縣水產種苗繁殖場取得 40 隻體型、年齡相似的養殖蓋斑鬥魚（北縣種苗場字第 0930000192 號）。雄魚體長 52-54 mm，雌魚體長 46-48 mm。

2. 飼養環境

將魚分雄、雌後放入 2 個大飼育箱中，適應實驗環境。之後隨機取雌、雄魚 1 對，飼養於 1 個飼育箱內（37×29×19 cm³），共有 16 個飼育箱，每個飼育箱控制相同的光週期、溫度、密度。

3. 實驗設計

要瞭解食物量對蓋斑鬥魚生殖的影響，分為雌雄魚討論，雄魚的生殖表現最明顯之處為吐泡巢行為，因此以雄魚的吐泡總次數、每次泡巢維持的時間及泡巢間隔的時間，當作食物量影響雄魚生殖的指標。而雌魚的生殖表現以產卵總次數、兩次產卵的間隔時間及卵孵化所需時間，當作食物量影響雌魚生殖的指標。

實驗設計共四組（圖一）分別為低食量組 3 粒/隻、中食量組 6 粒/隻、次高食量組 9 粒/隻、高食量組 12 粒/隻各設置 4 個實驗缸（編號為 1~16 缸，彩圖七、八），每個實驗缸雌、雄各 1 隻。並控制溫度(室溫 28~30°C)。四個實驗組光週期設為光照時間 0600—1800。

4. 測量內容

每天 1200 至實驗室觀察生殖情形，記錄內容包括（圖二）：

- (1) 雄魚泡巢次數：實驗期間吐泡巢總次數。
- (2) 泡巢維持時間：泡巢出現至卵產下經過的時間。
- (3) 泡巢間隔時間：兩次吐泡巢間隔的時間。
- (4) 雌魚產卵次數：實驗期間產卵總次數。
- (5) 產卵間隔時間：兩次產卵間隔的時間。
- (6) 孵化所需時間：卵產下至魚孵出經過的時間。

5. 實驗假說（圖三）

在一定的食物量內（3~12 粒），當食物量提高，對雄魚的生殖影響為：

(1)增加吐泡巢的次數；(2)泡巢的維持時間縮短；(3)吐泡巢的間隔時間縮短
對雌魚的生殖影響為：

(1)增加產卵的次數；(2)產卵的間隔時間縮短；(3)卵孵化所需的時間延長

6.資料分析

原始資料記錄於自製表格，並以 Microsoft Excel 建檔，使用 Sigma Stat (1.0 版) 統計軟體，進行結果之統計分析，再利用 Sigma Plot (8.0 版) 繪圖軟體繪製成結果圖形。以變方分析 (Analysis of Variance, ANOVA) 比較四個食物量組數據是否有顯著差異，若有顯著差異，再以 Student-Newman-Keul 檢定法 (SNK test) 進行兩組之間的比較，來瞭解不同食物量組的處理對於蓋斑鬥魚生殖的表現。

三、研究結果

1.食物量對雄魚吐泡巢次數之影響

研究期間，雄魚吐泡巢次數，低食量組平均為 12.75 ± 2.75 次 ($\bar{X} \pm SD$)，中食量組 9.50 ± 3.42 次，次高食量組 13.75 ± 2.75 次，高食量組 10.25 ± 1.71 次 (表一)。將數據進行統計分析 (ANOVA test)，四組皆無顯著差異 ($F_{3,182}=2.18, P>0.05$)。

2.食物量對雄魚吐泡巢維持時間之影響

實驗期間泡巢維持時間，低食量組共記錄到 51 筆數據，中食量組共記錄到 37 筆，次高食量組 53 筆，高食量組 42 筆。計算平均吐泡維持時間，低食量組為 4.94 ± 6.31 天，中食量組 9.30 ± 12.17 天，次高食量組 5.00 ± 5.56 天 (表二)，高食量組 4.17 ± 5.73 天。由數據可知就泡巢維持時間而言中食量組最長，次高食量組次之，低食量組再次之，高食量組最短。將數據進行統計分析，中食物量組與其他三組有顯著差異 ($F_{3,182}=3.77, p<0.05$)。

3.食物量對泡巢間隔時間的影響

實驗期間泡巢間隔時數平均，低食量組為 9.71 ± 7.12 天，中食量組 13.17 ± 12.4 天，次高食量組 9.19 ± 7.61 天，高食量組 10.05 ± 12.57 天 (表三)。將數據進行統計分析，四組皆無顯著差異 ($F_{3,170}=1.24, p>0.05$)。

4.食物量對雌魚產卵次數之影響

實驗期間雌魚的產卵次數，低食量組平均為 1.25 ± 0.50 次，中食量組 3.0 ± 3.56 次，次高食量組 1.50 ± 1.73 次，高食量組 1.75 ± 1.50 次（表四）。將數據進行統計分析，四組皆無顯著差異（ $F_{3,27}=0.53$ ， $p>0.05$ ）。

5.食物量對雌魚產卵間隔時間之影響

實驗期間雌魚產卵的間隔時數平均，低食量組為 3.25 ± 6.50 天，中食量組 11.45 ± 15.15 天，次高食量組 16.67 ± 19.73 天，高食量組 4.83 ± 3.92 天（表五）。將數據進行統計分析，四組皆無顯著差異（ $F_{3,14}=1.09$ ， $p>0.05$ ）

6.食物量對卵孵化時間之影響實驗期間卵孵化所需之時間，低食量組平均為 19.80 ± 1.92 小時，中食量組 19.40 ± 6.04 小時，次高食量組 17.30 ± 7.85 小時，高食量組 18.80 ± 7.74 小時（表六）。將數據進行統計分析，四組皆無顯著差異（ $F_{3,27}=0.19$ ， $p>0.05$ ）。

四、討論

1.食物量對「雄魚吐泡巢次數」之影響

由結果得知雄魚吐泡巢次數並不會隨食物量上升或減少而增加，與假說不符，推測可能的原因是食物量增加對其生殖行為啟動影響不大，只要得到充足的食物，加上其他因素如溫度、光週期等適合，就會促使雄魚生殖現成熟，表現吐泡巢的行為。

2.食物量對「雄魚吐泡巢維持時間」之影響

由結果得知中食物量組（6粒/隻）的泡巢維持時間最長，且與其他三組有顯著差異，故推測食物量控制對於泡巢維持時間有顯著影響，在適合的食物量下，會刺激雄魚持續不斷吐泡，來維持泡巢，讓雌魚有機會產卵於泡巢內。在過高的食物量下，沒被攝食的飼料可能污染水質，造成水中酸鹼值或微生物增加，進而影響生殖行為，這一點從高食物量組的養殖缸可以看出，水中的藻類增生的現象都比其他組明顯。

3.食物量對「泡巢間隔時間」之影響

由實驗結果看出四組並無顯著差異，推測可能是雄魚這次吐泡築巢後，至下次吐泡的間隔時間與食物量獲取多寡較無關，可能是其他環境因素如溫度所影響。

4.食物量對「雌魚產卵次數」之影響

由實驗數據可看出，各組產卵次數都很少，並沒有顯著差異。在實驗假中，卵的生成與雌魚所獲得的能量有關，所以最低食量組的雌魚因食物量獲取較少，雌魚所累積的能量較少，而次高食量組（9粒/隻）和高食量組（12粒/隻）次數應較多。但結果卻與假設不符，推測有可能是這兩組魚一次產卵的量可能較大，雌魚將所獲得的能量大量用在一次的產卵，所以使得實驗期間產卵總次數反而不如中食物量組的雌魚。但由於我們並沒有計數每一次產卵的量，故也有可能是其他因素所致，如水質變差了。

5.食物量對「雌魚產卵間隔時間」之影響

由柱狀圖可看出最高食量組（12粒/隻）的雌魚產卵間隔時間最短，因卵的生成與雌魚所獲得的能量有關，所以推測最高食量組因雌魚所獲得的能量最多，而使卵生成所需時間減少，進而縮短了雌魚產卵的間隔時間。

6.食物量對「卵孵化所需時間」之影響

在實驗假設中，我們認為增加食物量，會使得雌魚產下較大卵徑的卵，進而增加卵孵化所需之時間。但由結果得知卵孵化所需時間並不會隨食物量上升或減少而變短，我們推測卵的大小可能受雌魚的輸卵管口徑所影響，有其一定的大小，所以食物量的增加也不會影響卵的大小與卵孵化所需之時間，有可能是增加一次產卵的數量。

參 ● 結論

一、結論

本實驗結論為，在一定的食物範圍內（3~12 粒/隻）：

1. 食物量提高，對蓋斑鬥魚雄魚吐泡巢次數與雌魚產卵次數增加並無顯著影響。
2. 高食物量（12 粒/隻）組，會縮短雄魚泡巢維持時間與雌魚產卵間隔時間，縮短生殖過程時間。
3. 食物量提高並不會縮短卵孵化所需時間，增加能量可能用於增加一次產卵數。
4. 食物量提高對泡巢間隔時間縮短影響不顯著。

二、應用

國際環境保護意識漸趨於「生物防治法」，也就是找出此病蟲害的天敵，然後釋放於病蟲害猖獗之處，將病蟲殺滅，不建議使用大量殺蟲劑撲殺病蟲，以免造成環境二次污染。而且生物防制的害蟲天敵是取自於原本的生態系統，因此不會造成原生態系統的生態浩劫。魚類中有許多會吃蚊子的幼蟲，比較適合居家飼養的，其中蓋斑鬥魚可以說是蚊子幼蟲的最大天敵。使用蓋斑鬥魚防治登革熱的優點包括孑孓可生存的地方，蓋斑鬥魚也可生存，且蓋斑鬥魚可耐低溫，而大肚魚太冷會死亡。蓋斑鬥魚是原本生態系統的一份子，不會破壞原生態。且蓋斑鬥魚只要放一到數尾，就可徹底防止孑孓的生長。

『本實驗目的，在找出蓋斑鬥魚最適繁殖的食物量，以進一步地復育蓋斑鬥魚。從文獻中得知大部分有性生殖動物，在一年中都會有一個適合繁殖的季節，以配合環境，讓出生的幼體能在適合的環境中生長。』《註一》由本研究結果得知，較高或較低的食物量對蓋斑鬥魚的生殖表現無顯著差異，過少的食物量因能量的不足以及影響幼體的最佳生長環境導致魚類的生殖下降，過多的食物量也會因無法食畢而污染水質導致魚類生殖下降。因此我們建議在繁殖蓋斑鬥魚時，一定先規劃好適當的養殖環境，且要計算好魚群密度等，讓其投擲的食物可以充分讓魚群攝食完畢，以免影響到水質，進而抑制生殖行為表現。

肆●引註資料

- 註一：詹照欽，1996，保育類野生動物圖鑑。台灣省特有生物研究保育中心，南投，p.276—p.277。
- 註二：施河、呂光洋，周德源、黃啓穎、林英子、孫蘭芳、胡苓芝，2004，高級中學生命科學下冊教師手冊，南一出版社，p.75—p.76。
- 註三：楊榮祥，1982，生物與環境。幼獅文化出版社，p.75—p.78。
- 註四：黃玉華、李宗翰、廖運志、尤少彬，1998，蓋斑鬥魚生殖行為之觀察。生物科學 41：21-28。

食物量對蓋斑鬥魚生殖表現之影響
 表一、不同食物量下，雄魚吐泡巢次數之比較表。

處理 (魚缸編號)	低食量組				中食量組				次高食量組				高食量組			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
泡巢出現 次數	14	10	16	11	8	6	14	10	11	15	17	12	12	8	10	11
$\bar{X} \pm SD$	12.75 \pm 2.75				9.50 \pm 3.42				13.75 \pm 2.75				10.25 \pm 1.71			

食物量對蓋斑鬥魚生殖表現之影響
 表二、不同食物量下，雄魚泡巢維持時間比較表。

記錄 編號	低食量組				中食量組				次高食量組				高食量組			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	22	10	6	6	3	8	9	6	11	5	5	4	14	5	1	7
2	8	1	10	1	1	31	2	10	1	12	4	3	1	1	3	8
3	6	2	4	1	8	23	1	10	3	4	8	1	1	1	2	1
4	31	4	1	1	65	20	2	10	2	2	1	1	2	1	1	1
5	2	27	5	1	11	20	1	16	1	1	16	4	1	1	1	27
6	6	1	1	1	5	6	5	4	1	19	2	4	3	11	1	13
7	1	2	1	1	2		2	2	1	9	2	6	1	1	1	22
8	2	1	1	2			2	1	1	4	6	5	2	7	1	2
9	7	7	1	3			1	4	2	1	3	2	5	6	3	1
10	3	7	1	13			1	19	14	5	1	2	7		1	1
11	3		1	3			3	6	12	2	2	1	1			4
12	5		1				1		1	3	6	31	1			
13	9		2				23		12	4		6				
14	4		4							2						
15			1							4						
16			8													
$\bar{X} \pm SD$	4.94 ± 6.31				9.30 ± 12.17				5.00 ± 5.56				4.17 ± 5.73			

*記錄時間以「天」為單位。

食物量對蓋斑鬥魚生殖表現之影響
表三、不同食物量下，泡巢間隔時間之比較表。

記錄 編號	低食量組				中食量組				次高食量組				高食量組			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	26	12	9	21	13	13	13	8	12	8	10	7	49	59	5	12
2	9	25	14	13	2	35	6	11	2	11	5	5	11	8	4	10
3	7	3	10	12	11	25	19	14	12	6	17	7	7	7	4	5
4	32	5	3	14	68	21	3	14	39	6	3	22	10	13	2	2
5	3	28	12	11	6	26	4	19	6	2	25	5	3	2	9	31
6	7	6	2	4	12		14	6	3	23	6	10	4	14	2	5
7	2	15	11	14	11		6	9	3	10	24	9	2	2	3	34
8	4	8	8	3			3	9	7	12	9	6	3		2	3
9	8	8	4	6			3	5	19	2	4	4	7		4	2
10	3	12	5	21			5		19	7	3	5	9		14	2
11	3		5	5			6			3	6	4	3			18
12	6		6				5			4			16			
13	9		3				7			5						
14	5		8				29			3						
15			6							12						
16			19													
$\bar{X} \pm SD$	9.71 ± 7.12				13.17 ± 12.44				9.19 ± 7.61				10.05 ± 12.57			

*記錄時間以「天」為單位。

食物量對蓋斑鬥魚生殖表現之影響
 表四、不同食物量下，雌魚產卵次數之比較表。

處理 (魚缸編號)	低食量組				中食量組				次高食量組				高食量組			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
魚卵出現 次數	1	2	1	1	0	8	3	1	0	1	4	1	1	3	0	3
$\bar{X} \pm SD$	1.25 ± 0.50				3.0 ± 3.56				1.50 ± 1.73				1.75 ± 1.50			

食物量對蓋斑鬥魚生殖表現之影響
 表五、不同食物量下，雌魚產卵間隔時間之比較表。

記錄 編號	低食量組				中食量組				次高食量組				高食量組			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1		13				54	5				26			6		8
2						8	15				47			9		6
3						8					27					
4						7										
5						8										
6						18										
7						3										
$\bar{X} \pm SD$	3.25 ± 6.50				11.45 ± 15.15				16.67 ± 19.73				4.83 ± 3.92			

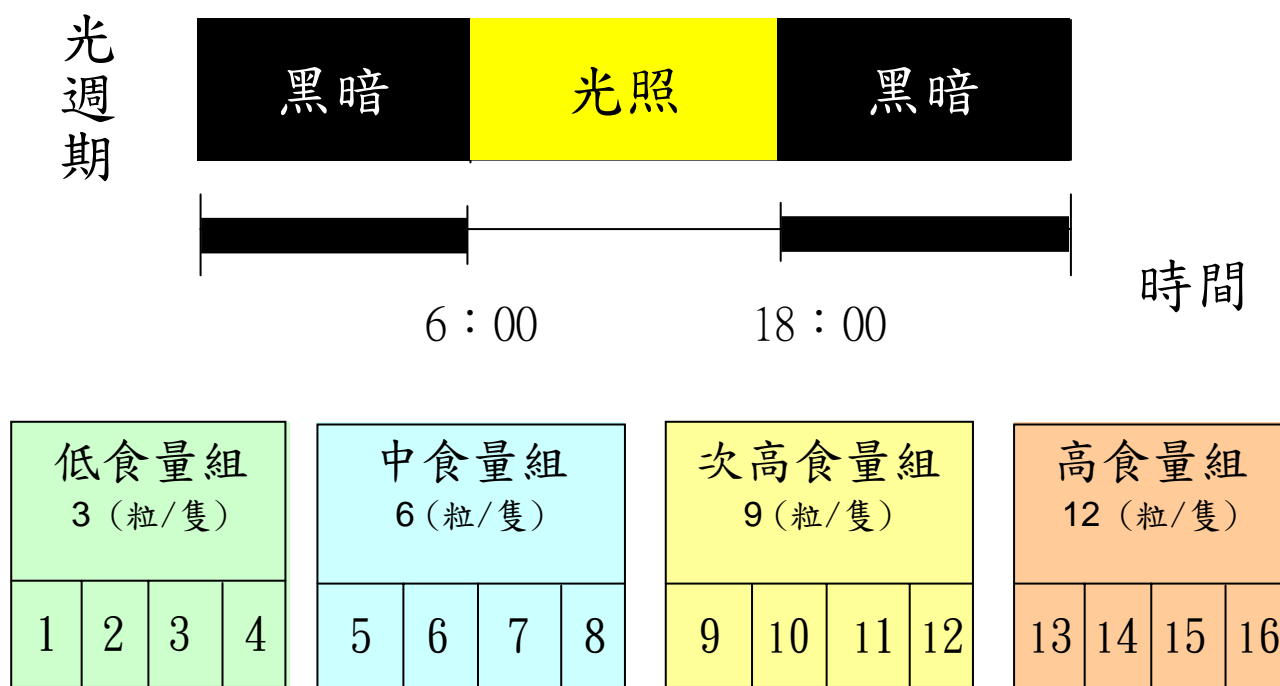
*記錄時間以「天數」為單位

食物量對蓋斑鬥魚生殖表現之影響
 表六、不同食物量下，每批卵孵化所需時間之比較表。

泡巢 編號	低食量組				中食量組				次高食量組				高食量組			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	17	20	22	21		20	23	22		20	18	19	21	20		24
2		19				20	20				20			23		22
3						19	21				20			21		19
4						21					24					
5						20										
6						19										
7						23										
8						24										
$\bar{X} \pm SD$	19.80 ± 1.92				19.40 ± 6.04				17.30 ± 7.85				18.80 ± 7.74			

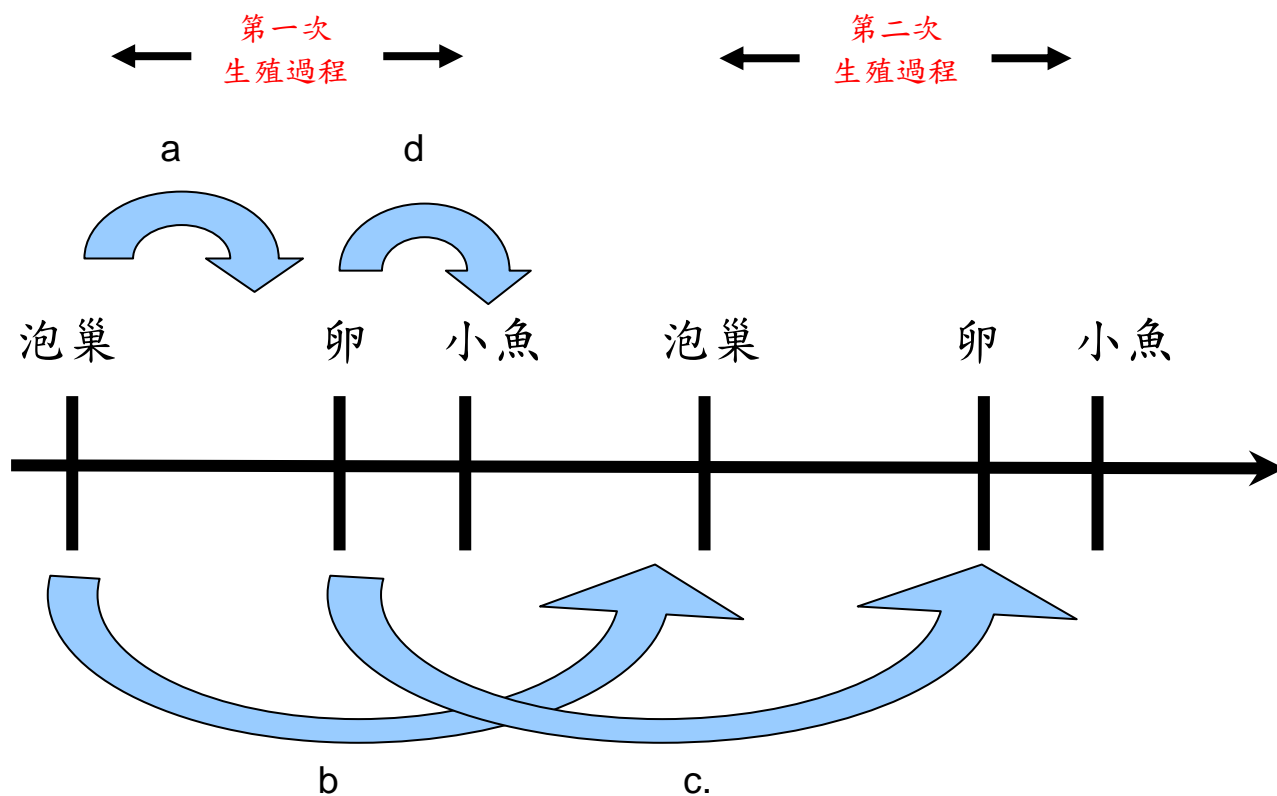
*記錄時間以「小時」為單位

食物量對蓋斑鬥魚生殖表現之影響



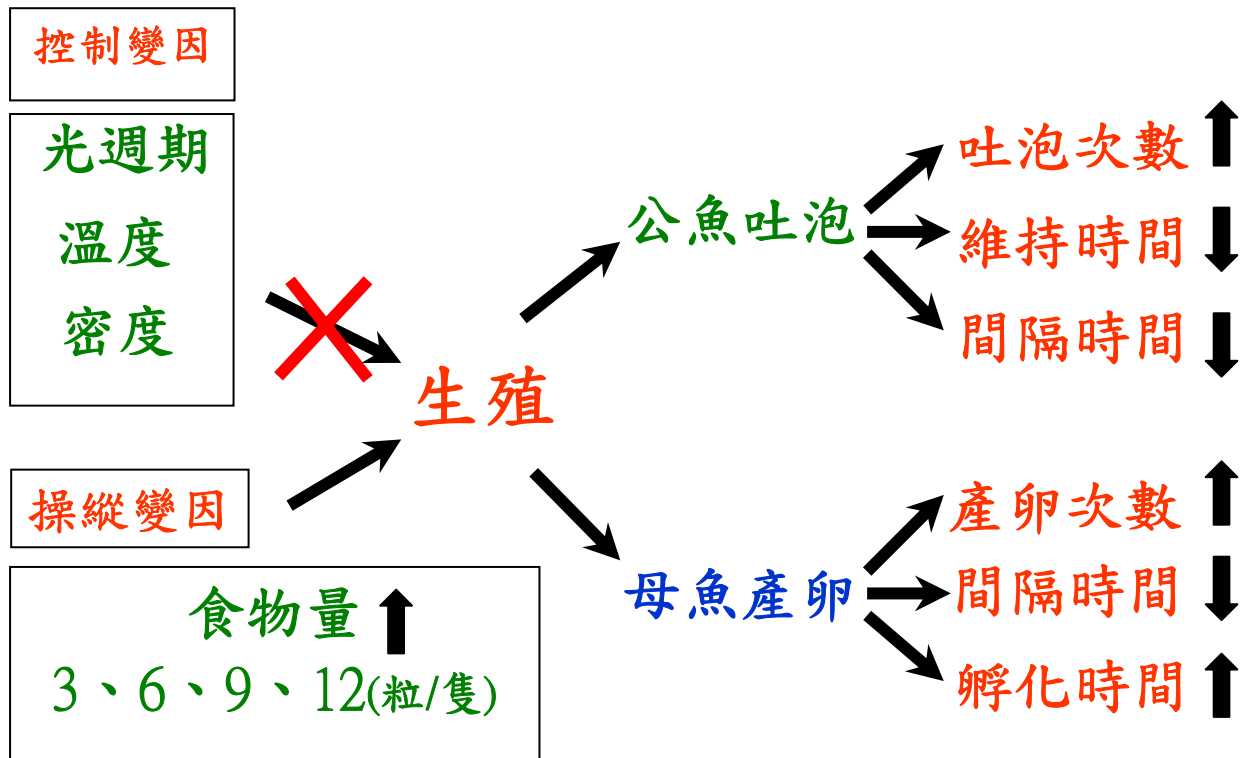
圖一、食物量影響蓋斑鬥魚生殖表現之實驗設計圖。

蓋斑鬥魚的生殖過程

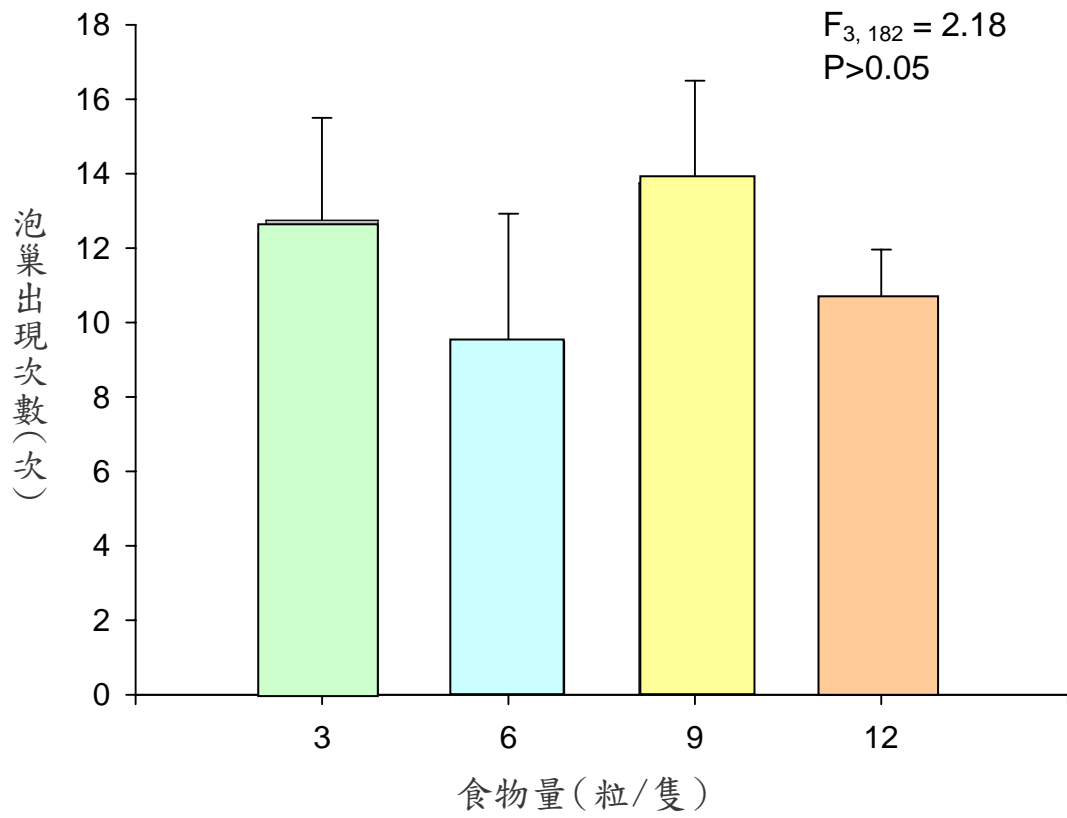


圖二、實驗數據測量方式之示意圖。數據記錄說明如下：

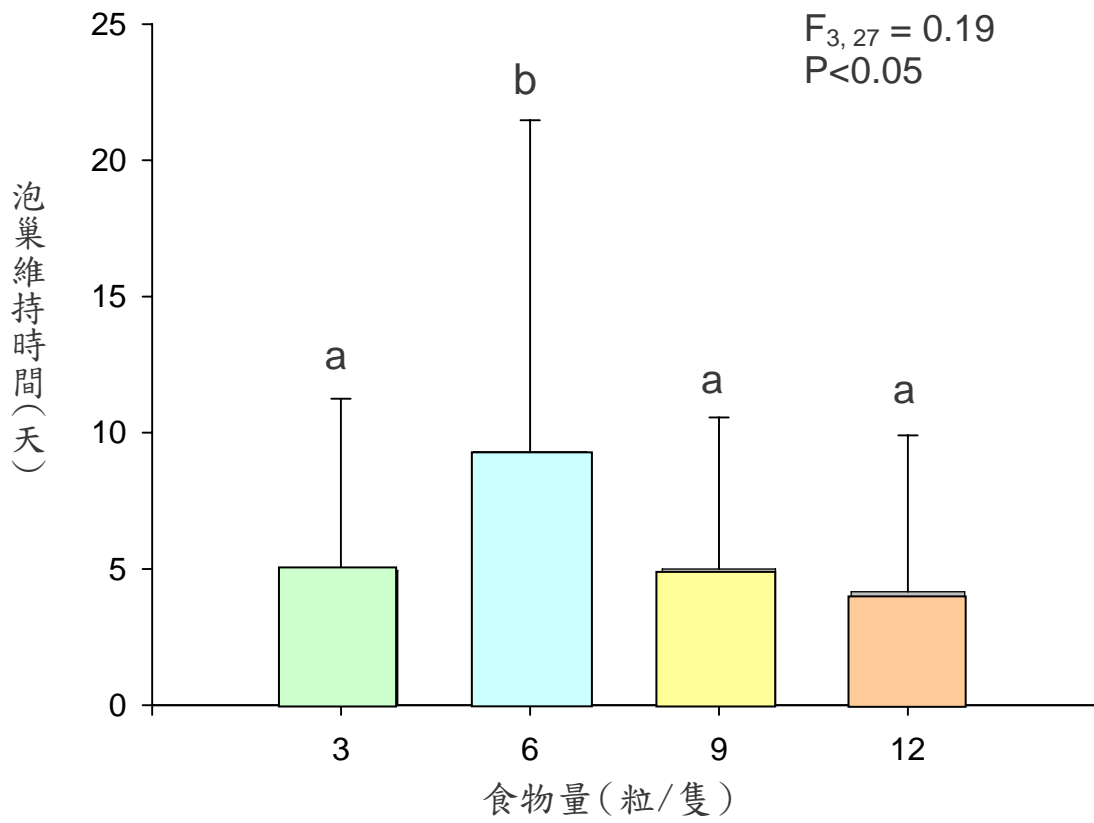
- a. 泡巢維持時間：泡巢出現至卵產下經過的時間。
- b. 泡巢間隔時間：兩次泡巢間隔的時間。
- c. 產卵間隔時間：兩次產卵間隔的時間。
- d. 孵化所需時間：卵產下至仔魚孵出經過的時間。



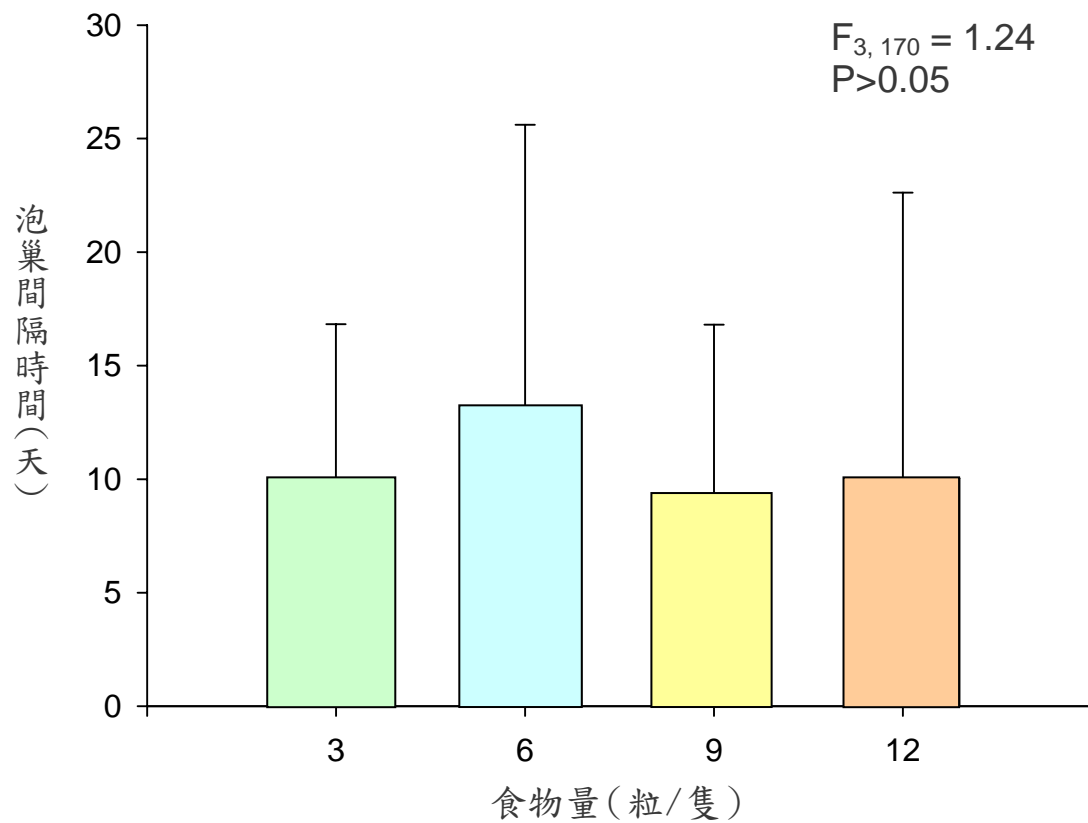
圖三、食物量影響蓋斑鬥魚生殖表現之實驗假說圖。



圖四、不同食物量下，蓋斑鬥魚雄魚吐泡巢次數之比較圖。

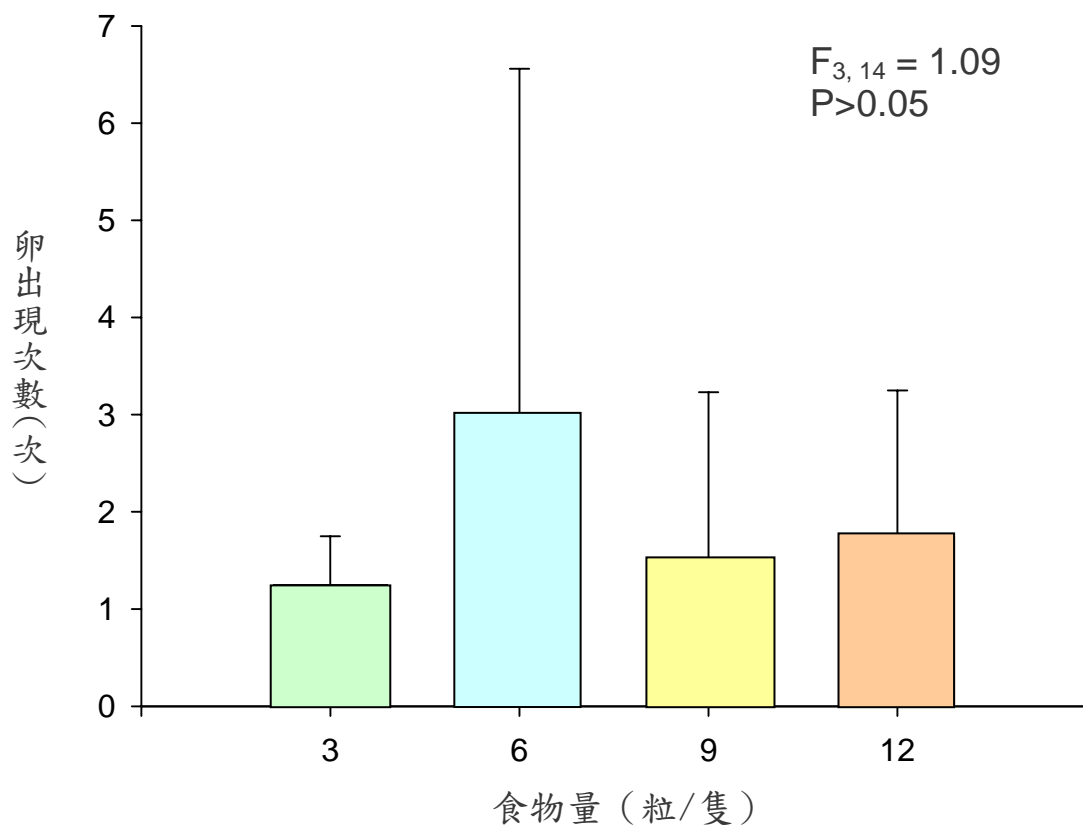


圖五、不同食物量下，蓋斑鬥魚雄魚吐泡巢維持時間之比較圖。

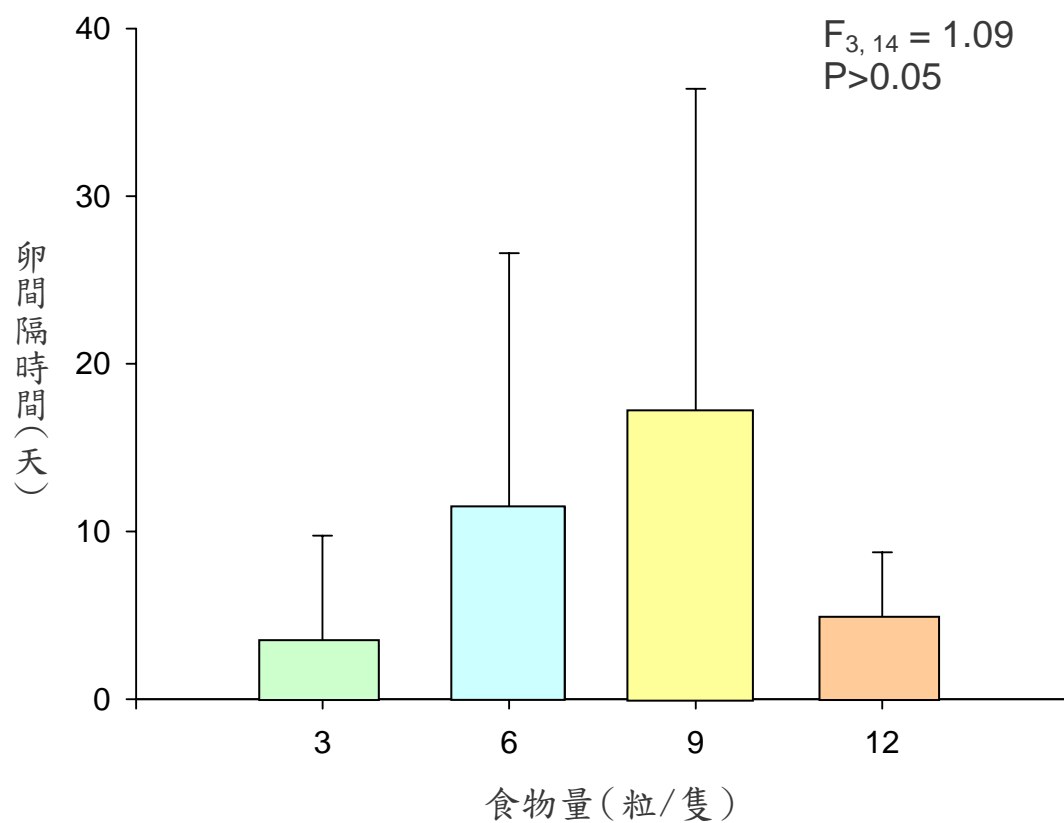


圖六、不同食物量下，蓋斑鬥魚雄魚泡巢間隔時間之比較圖。

食物量對蓋斑鬥魚生殖表現之影響

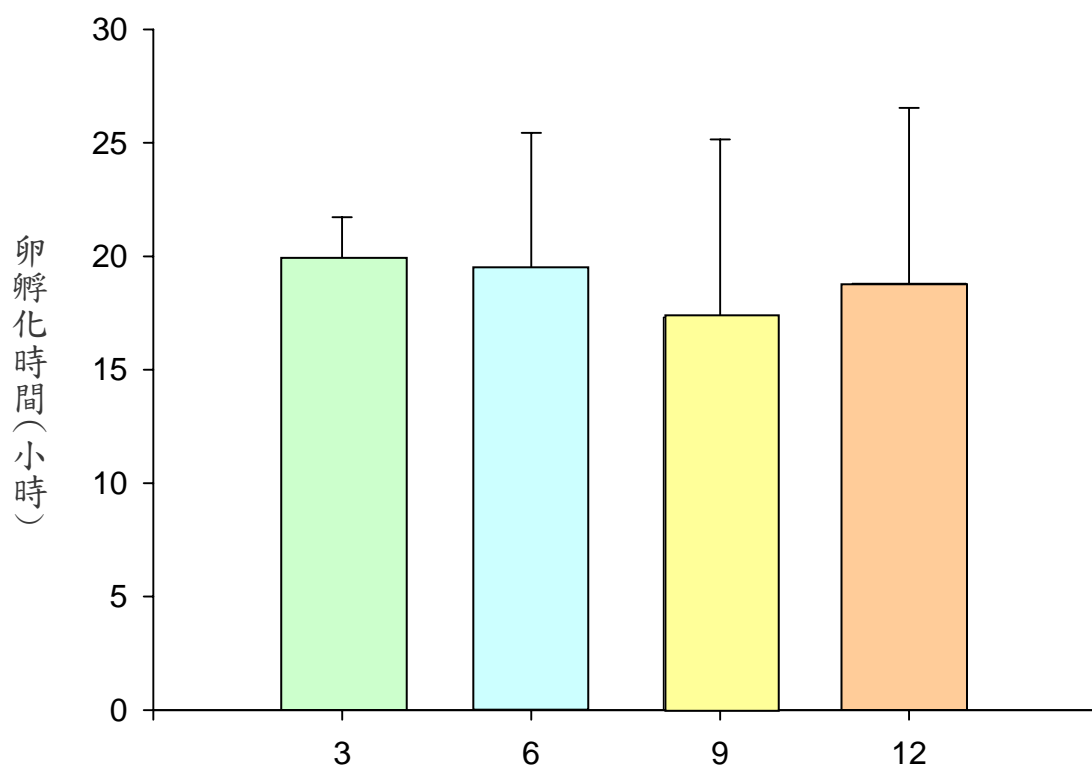


圖七、不同食物量下，蓋斑鬥魚雌魚產卵次數之比較圖。



圖八、不同食物量下，蓋斑鬥魚雌魚產卵間隔時間之比較圖。

食物量對蓋斑鬥魚生殖表現之影響



圖九、不同食物量下，蓋斑鬥魚卵孵化所需時間之比較圖。