

揭開蚊子自我控制繁殖的秘密

國小教師組生物科第一名

台北市西門國小

作者：翁阿大等 5 人

一、研究動機和目的

英國經濟學家馬爾薩斯，於 1798 年發表「人口論」(Essay on Population) 說明人口的增加呈幾何級數，而食物的增加僅是算術級數而已，因而人口的增加總有超過糧食所能供應的時候，到那時，即為人口的極限。以有限的資源，供給無限的人口，不是餓死就是發生戰爭。故近數十年來，人類已逐漸重視人口的控制，節制生育，以緩和人口膨脹的壓力和能源枯竭的危機。

自然界的生物雖然由於生存競爭，以自然淘汰、優勝劣敗方式，維持種族的繁殖。但他們同種族之間也以許多不同的方式自我控制群體的數量，包括生理和行爲的方式。例如：1932 年，紐約水族館管理員布里德 (C.M.Breder) 和同事們做了一項卡白斯魚 (Cuppies) 的實驗，母魚為維持同一缸的群體數，竟把初生的小魚吃掉。其他缸內的魚，也自幼維持一雄二雌的比例。

蚊子的幼蟲在以往的文獻，若生活空間過度的擁擠或太過空曠，會自我控制群體數。因此，我們想以實驗，揭開蚊子自我控制群體數的秘密。

二、研究問題

- (一)不同的生活空間，是否影響蚊子幼蟲的生存或化蛹。
- (二)以舊的飼養水，養新一代的蚊子幼蟲，對蚊子幼蟲的生存或化蛹有否影響？
- (三)不同種類蚊子的幼蟲，交互在彼此的舊飼養水中生活，是否影響其生存或化蛹？
- (四)在蚊子幼蟲的群體數中，雌雄的比例是否與自我控制繁殖有關？

(五)以上數種變因與控制組的比較，是否有自我控制繁殖的因素。

三、研究用具

(一)熱帶家蚊卵、埃及斑紋卵。

(二)隔夜清水(去氯水)。

(三)豬肝粉、喜又美酵母粉、糖水、小白鼠。

(四)燒杯、培養皿、溫度計、有刻度的放大鏡、吸管、量筒、酒精燈、三角架。

(五)保溫箱、飼養箱。

(六)玻璃片、阿拉伯膠、酒精、硫酸鎂、照相機。

四、研究方法、過程及結果

(一)日期：

第一期：71年11月～72年2月(現階段的研究)

第二期：72年3月～72年6月：研究過度擁擠或過度空曠空間，對蚊子幼蟲自我控制繁殖的影響(8條/ 1cm^2 ～1～10條/ 100cm^2)。

第三期：72年7月～72年12月：研究蚊子自我控制繁殖的其他情形，如群體裏的雌雄之比率等。

第四期：73年1月～73年12月：重複實驗第一期～第三期。

(二)蚊子的選擇、控制的條件：

1. 向台灣省衛生處傳染病研究所，取得熱帶家蚊和埃及斑蚊的卵，加以培養，採取孵化後第二天的一齡幼蟲作為實驗觀察的樣品。
2. 自行設計製作：培養箱，以控制溫度介於 $20\sim 29\text{ }^\circ\text{C}$ 。
3. 飼料以豬肝粉等高單位蛋白，喜又美酵母粉餵食，每100條0.6g，一次餵足。
4. 同一實驗用的飼養杯，大小均相同，直徑：8cm，高度10cm。
5. 飼養用水以隔夜自來水(去氯水)，每杯均為100cc，分別飼養600條、400條、200條、100條蚊子幼蟲。

6. 活動空間：

(1) 水面活動面積：

$$8\text{ cm} \times 8\text{ cm} \times 0.785 = 50.24\text{ cm}^2 \quad (\text{每一實驗杯的水面面積})$$

$$600 \text{ 條} \div 50.24\text{ cm}^2 \dots\dots \text{約 } 12 \text{ 條} / 1\text{ cm}^2$$

$$400 \text{ 條} \div 50.24\text{ cm}^2 \dots\dots \text{約 } 8 \text{ 條} / 1\text{ cm}^2$$

$$200 \text{ 條} \div 50.24\text{ cm}^2 \dots\dots \text{約 } 4 \text{ 條} / 1\text{ cm}^2$$

$$100 \text{ 條} \div 50.24\text{ cm}^2 \dots\dots \text{約 } 2 \text{ 條} / 1\text{ cm}^2$$

(2) 水中活動空間：

$$600 \text{ 條} \div 100\text{ cm}^2 \dots\dots 6 \text{ 條} / 1\text{ cm}^2$$

$$400 \text{ 條} \div 100\text{ cm}^2 \dots\dots 4 \text{ 條} / 1\text{ cm}^2$$

$$200 \text{ 條} \div 100\text{ cm}^2 \dots\dots 2 \text{ 條} / 1\text{ cm}^2$$

$$100 \text{ 條} \div 100\text{ cm}^2 \dots\dots 1 \text{ 條} / 1\text{ cm}^2$$

7. 每天觀察、統計時間，訂為下午三時半起。

(三) 實驗一：個數不同的埃及斑蚊幼蟲，在相同空間的活存率實驗

1 目的：探討埃及斑蚊 600、400、200、100 條各在 100 cc. 清水中，相同活動空間，影響其活存率的因素。

2 做法：以 100 cc. 的清水 4 杯，各放置 600、400、200、100 條一齡的埃及斑蚊幼蟲，各餵 3.6、2.4、1.2、0.6 g 飼料，一次餵足，觀察並記錄活存數、活存率、化蛹數，共計五次。

3. 結果：

(1) 埃及斑蚊以清水飼養，其活存率以 600 條最低，200 條最高，400、100 條居中。

(2) 埃及斑蚊幼蟲，600 條 / 100 cc.，在本實驗中活存率最低 26.23%，與 400、200、100 條幼蟲的活存率，差異均達極為顯著水準， $P < .001$ ，可見 600 條 / 100 cc. 清水的活動空間最擁擠，最不利埃及斑蚊生存。

(3) 埃及斑蚊幼蟲，400 條 / 100 cc. 清水，其活存率為 45.25%，在 100、600 條之上，200 條之下，與 600、200 條

的差異達極為顯著水準， $P < .001$ ，可見 400 條 / 100 cc. 清水的活動空間，其生存條件居中。

- (4) 埃及斑蚊 200 條 / 100 cc. 清水，活存率為 64.8 %，為本實驗中最高者，與 600、400、100 條的差異均達極為顯著水準， $P < .001$ ，可見 200 條 / 100 cc. 清水的空間，最適合埃及斑蚊生存。

(四) 實驗二：不同個數的熱帶家蚊，在相同空間的活存率實驗

- 1 目的：探討熱帶家蚊 600、400、200、100 條，各在 100 cc. 清水中，相同活動空間影響其活存率的因素。
- 2 做法：以 100 cc. 的清水 4 杯，各放置 600、400、200、100 條 1 齡的熱帶家蚊幼蟲，各餵 3.6、2.4、1.2、0.6 g 飼料，一次餵足，觀察並記錄活存數、活存率、化蛹數、化蛹率，共五次。

3. 結果：

- (1) 熱帶家蚊以清水飼養，其活存率以 600 條最低，400 條最高，200、100 條居中。
- (2) 熱帶家蚊 600 條 / 100 cc. 清水在本實驗中，活存率最低 20.2 %，與 400、200、100 條幼蟲的活存率，差異均達極為顯著水準 $P < .001$ ，可見在 600 條 / 100 cc. 清水中的活動空間對熱帶家蚊仍最不利生存。
- (3) 熱帶家蚊 400 條 / 100 cc. 清水的活存率最高 50.05 %，與 600、200、100 條幼蟲的活存率，差異均達極為顯著水準 $P < .001$ ，可見在 400 條 / 100 cc. 清水中，最有利於熱帶家蚊的生存。

(五) 實驗三：埃及斑蚊在不同水質活存率的實驗

- 1 目的：探討埃及斑蚊 100 條，在曾經飼養 600、400、200、100 條舊飼養水中，不同水質，影響其活存率的因素。
- 2 做法：
 - (1) 在 4 杯 100 cc. 的清水中，分別放置 600、400、200、

100 條 1 齡埃及斑蚊幼蟲，待全部化蛹及無活存幼蟲時，將飼養水保留，並維持 100 cc 的水容量。

(2) 以上四種飼養水，分別放置 100 條 1 齡同類幼蟲，餵 0.6 g 飼料，一次餵足，觀察並記錄活存數、活存率、化蛹數、化蛹率、共三次。

3. 結果：

(1) 埃及斑蚊以同類舊飼養水飼養，其活存率以 600 條飼養水最低，400 條飼養水最高，依次為 200、100 條飼養水居中。

(2) 埃及斑蚊 $\frac{100 \text{ 條}}{100 \text{ cc. } 600 \text{ 條}}$ 飼養水，其活存率最低 20.66%，與 400、200、100 條飼養水的活存率，差異均達極顯著水準， $P < .001$ ，可見 $\frac{100 \text{ 條}}{100 \text{ cc. } 600 \text{ 條}}$ 飼養水，最不利埃及斑蚊的生長。

(3) 埃及斑蚊 $\frac{100 \text{ 條}}{100 \text{ cc. } 400 \text{ 條}}$ 飼養水，活存率最高 79.67%，與 600、100 條飼養水的活存率，差異達極顯著水準， $P < .001$ ，但與 200 條飼養水未達顯著水準，可見 $\frac{100 \text{ 條}}{100 \text{ cc. } 400 \text{ 條}}$ 飼養水的水質，最適合埃及斑蚊生存，次為 200 條飼養水的水質。

(六) 實驗四：熱帶家蚊在不同水質活存率的實驗

1 目的：探討熱帶家蚊 100 條，在曾經飼養 600、400、200、100 條舊飼養水中，不同水質，影響其活存率的因素。

2 做法：

(1) 在 4 杯 100 cc 的清水中，分別放置 600、400、200、100 條 1 齡熱帶家蚊幼蟲，待全部化蛹及無活存幼蟲時，將飼養水保留，並維持 100 cc 的水容量。

(2)以上四種飼養水，分別放置 100 條 1 齡同類幼蟲，餵 0.6 g 飼料，一次餵足，觀察並記錄活存數、活存率、化蛹數、化蛹率，共三次。

3. 結果：

(1)熱帶家蚊以同類飼養水飼養，其活存率以 600 條最低，200 條最高，次為 400、100 條。

(2)熱帶家蚊 $\frac{100 \text{ 條}}{100 \text{ cc. } 600 \text{ 條}}$ 飼養水，活存率最低 62.33 % 與 200 條飼養水的活存率差異達極顯著水準 $P < .001$ ，但與 400、100 條飼養水未達顯著差異，可見 600 條飼養水的水質，對熱帶家蚊尚不致構成嚴重不利生存的因素，反而有促進生長發育的趨勢。

(3)熱帶家蚊 $\frac{100 \text{ 條}}{100 \text{ cc. } 200 \text{ 條}}$ 飼養水，活存率最高 80.33 %，與 600、400、200、100 條飼養水的差異，達極顯著水準， $P < .001$ ，可見 200 條飼養水的水質，最適合熱帶家蚊的生長。

(七)實驗五：熱帶家蚊在埃及斑蚊飼養水中活存率的實驗

1 目的：探討熱帶家蚊 100 條，在曾經飼養過埃及斑蚊 100 cc. 飼養水中，不同水質交互生活，影響其活存率的因素。

2 做法：埃及斑蚊 600、400、200、100 條的飼養水各 100 cc.，分別培養 100 條熱帶家蚊 1 齡幼蟲，餵 0.6 g 飼料，一次餵足，觀察並記錄活存數、活存率、化蛹數、化蛹率，共三次。

3. 結果：

(1)以埃及斑蚊的飼養水來培養熱帶家蚊，活存率以 600 條最低，400 條最高，200、100 條飼養水居中，且很接近。

(2)熱帶家蚊 $\frac{100 \text{ 條}}{100 \text{ cc. } 600 \text{ 條}}$ 飼養水，活存率最低 62.66 % 與 400 條飼養水的活存率呈極顯著差異， $P < .001$ ，但與

200、100條飼養水未呈顯著差異，可見熱帶家蚊在不同類型的飼養水中，仍有頗強的生存力和適應力。

- (3)熱帶家蚊 $\frac{100 \text{ 條}}{100 \text{ cc. } 400 \text{ 條}}$ 飼養水，活存率最高 79.67%，與 600、200、100 條飼養水呈很顯著差異， $P < .001$ ，可見熱帶家蚊在不同類的水中生活，以 400 條飼養水最能適應，且有高度的適應水準。

(八)實驗六：埃及斑蚊在熱帶家蚊飼養水中活存率的實驗

- 1 目的：探討埃及斑蚊 100 條，在熱帶家蚊 100 cc. 飼養水中，不同水質交互生活，影響其活存率的因素。
- 2 做法：熱帶家蚊 600、400、200、100 條的飼養水各 100 cc.，分別培養 100 條埃及斑蚊 1 齡幼蟲，餵 0.6 g 飼料，一次餵足，觀察並記錄活存數、活存率。
- 3 結果：

(1)以熱帶家蚊的飼養水，培養埃及斑蚊，活存率以 600 條飼養水最低，200 條飼養水最高，100 條飼養水居中上，400 條飼養水居中下。

(2)埃及斑蚊 $\frac{100 \text{ 條}}{100 \text{ cc. } 600 \text{ 條}}$ 飼養水，活存率最低 19%，與 400、200、100 條飼養水均呈極顯著差異， $P < .001$ ，且極低下，可見埃及斑蚊在熱帶家蚊飼養水中極不適應。

(3)埃及斑蚊 $\frac{100 \text{ 條}}{100 \text{ cc. } 200 \text{ 條}}$ 飼養水，活存率最高 79% 與 600、400、100 條飼養水呈極為顯著的差異， $P < .001$ ，可見埃及家蚊在熱帶家蚊飼養水中，以 200 條飼養水適應最好，且有高度的適應水準。

(九)實驗七：埃及斑蚊水內分泌物對照組的實驗

- 1 目的：探討不同水質、相同個數、相同空間、相同水量的條件下，影響埃及斑蚊活存率的因素。
- 2 做法：

- (1) 1 齡埃及斑蚊幼蟲 600 條，清水 600 cc，餵 3.6 g 飼料，一次餵足，共計三次。待全部化蛹及無活存幼蟲時，將餵養水保留，放置冰箱蒸發至 100 cc 止。
- (2) 將前項蒸發濃縮的 100 cc 飼養水，再培養 1 齡埃及斑蚊幼蟲 100 條，餵 0.6 g 飼料一次餵足，觀察並記錄活存數、活存率、化蛹數、化蛹率，共計三次。
- (3) 1 齡埃及斑蚊幼蟲 600 條，清水 100 cc，餵 3.6 g 飼料，一次餵足，共計三次。待全部化蛹及無活存幼蟲時，將飼料水保留，並維持 100 cc 的水量。
- (4) 將前項 100 cc 的飼養水，再放置 100 條 1 齡埃及斑蚊幼蟲，餵 0.6 g 飼料，一次餵足，觀察並記錄活存數、活存率、化蛹數、化蛹率，共計三次。
- (5) 將(2)與(4)做不同水質，相同個數、相同空間、相同水量的條件下，影響埃及斑蚊活存率的因素。

3. 結果：

- (1) 控制組埃及斑蚊 $\frac{100 \text{ 條}}{600 \text{ cc. } 600 \text{ 條}}$ 飼養水的活存率 68%，埃及斑蚊 $\frac{100 \text{ 條}}{100 \text{ cc. } 100 \text{ 條}}$ 飼養水的活存率 58%，兩者有顯著性差異 $P < .05$ 。
- (2) 控制組埃及斑蚊 $\frac{100 \text{ 條}}{600 \text{ cc. } 600 \text{ 條}}$ 飼養水與實驗三同類 $\frac{100 \text{ 條}}{100 \text{ cc. } 600 \text{ 條}}$ 飼養水對照，其差異達極顯著水準 $P < .001$
- (3) 實驗三與實驗一相對照，實驗三的埃及斑蚊 $\frac{100 \text{ 條}}{100 \text{ cc. } 600 \text{ 條}}$ 飼養水顯著的下降，其他則上升，顯示舊的飼養水，有促進生長發育的作用，但空間過度擁擠的舊飼養水 600 條 / 100 cc，不但不能助長發育，反而有害。
- (4) 控制組與實驗三，實驗六相對照，控制組埃及斑蚊

$\frac{100 \text{ 條}}{100 \text{ cc. } 100 \text{ 條}}$ 飼養水 1 : 1 : 1 與實驗三、六埃及

$\frac{100 \text{ 條}}{100 \text{ cc. } 600 \text{ 條}}$ 飼養水 1 : 1 : 6 個數相同 (100 條) 1 :

1, 故排泄物含氮量, 理論上也應相同; 飼料相同 (0.6 克 / 100 條), 活動空間單位面積相同 (100 條 / 100 cc.

) , 但實驗三和六的 $\frac{100 \text{ 條}}{100 \text{ cc. } 600 \text{ 條}}$ 飼養水 1 : 1 : 6 , 呈

顯著低下的現象。可見埃及斑蚊的幼蟲 (尤其是 1、2 齡) , 在舊空間過度擁擠的飼養水中, 無法適應。

(5) 控制組埃及斑蚊 1 : 1 : 1 $\frac{100 \text{ 條}}{600 \text{ cc. } 600 \text{ 條}}$ 飼養水與實驗三、六, 埃及斑蚊 1 : 1 : 6 $\frac{100 \text{ 條}}{100 \text{ cc. } 600 \text{ 條}}$ 飼養水做對照, 實驗三的埃及斑蚊 1 : 1 : 6 $\frac{100 \text{ 條}}{100 \text{ cc. } 600 \text{ 條}}$ 飼養水有顯然

下降的現象, 可見舊空間過度擁擠的飼養水中, 可能有某種有毒的分泌物質, 對新進的幼蟲不利生長, 甚至致死。

(+) 實驗八: 熱帶家蚊水內分泌物對照組的實驗

1 目的: 探討不同水質、相同個數、相同空間、相同水量的條件下, 影響熱帶家蚊活存率的因素。

2 做法:

(1) 1 齡熱帶家蚊幼蟲 600 條, 清水 600 cc., 餵 3.6 g 飼料, 一次餵足, 共計三次。待全部化蛹及無活存幼蟲時, 將飼養水保留, 放置冰箱蒸發至 100 cc. 止。

(2) 將前項蒸發濃縮的 100 cc. 飼養水, 再放置 1 齡熱帶家蚊幼蟲 100 條, 餵 0.6 g 飼料, 一次餵足, 觀察並記錄活存數、活存率、化蛹數、化蛹率, 共計三次。

(3) 1 齡熱帶家蚊幼蟲 600 條, 清水 100 cc., 餵 3.6 g 飼料, 一次餵足, 共計三次。待全部化蛹及無活存幼蟲時, 將飼養水保留, 並維持 100 cc. 的水量。

(4)將前項 100 cc 的飼養水，再放置 100 條 1 齡熱帶家蚊幼蟲，餵 0.6 g 飼料，一次餵足，觀察並記錄活存數、活存率、化蛹數、化蛹率，共計三次。

(5)將(2)與(4)做不同水質、相同個數、相同空間、相同水量的條件下，影響熱帶家蚊活存率的因素。

3. 結果：

(1)控制組熱帶家蚊 $\frac{100 \text{ 條}}{600 \text{ cc. } 600 \text{ 條}}$ 飼養水的活存率 71.33 %，

熱帶家蚊 $\frac{100 \text{ 條}}{100 \text{ cc. } 100}$ 飼養水的活存率 49.6 %，兩者差異

達極為顯著水準 $P < .001$ 。

(2)控制組熱帶家蚊 $\frac{100 \text{ 條}}{600 \text{ cc. } 600 \text{ 條}}$ 飼養水與實驗三同類

$\frac{100 \text{ 條}}{100 \text{ cc. } 600 \text{ 條}}$ 飼養水對照，其差異呈顯著性水準， $P <$

.05。

(3)實驗四與實驗三對照，實驗四的熱帶家蚊較實驗二的活存率為高，可見同類舊的飼養水對熱帶家蚊而言，似有促進生長發育的作用。

(4)實驗四與實驗五：控制組與實驗四、五相對照，過度擁擠的空間，對熱帶家蚊雖有不利，但尚未極顯著，可見熱帶家蚊生命力及適應環境的能力很強。

五、結 論

(一)實驗一、二發現空間的因素對蚊子幼蟲確實有影響，太擁擠或太空曠對蚊子有不利的影響，而最適宜的生活空間為 200 條 / 100 cc，與文獻吻合。

(二)實驗三、四發現以飼養過的水，再培養新的一代，在不過度擁擠的情況下，其生存率比以清水培養的為高，可能是飼養水裏的營養或分泌物會促進其生長，與文獻相符。

- (三)實驗三，埃及斑蚊幼蟲 600 條的飼養水，對新的一代幼蟲，尤其是 1 齡、2 齡的幼蟲，確實有不利的影響。此現象與文獻所提「在過度擁擠的空間，3 齡以上的幼蟲會分泌某種物質排斥同族，對 1、2 齡幼蟲尤其不利。」結果相同。但在實驗四中，熱帶家蚊幼蟲 600 條的飼養水，對新的一代的影響，不若埃及斑蚊幼蟲 600 條飼養水對新幼蟲的影響大。可能是：熱帶家蚊的生命力及適應環境的能力比埃及斑蚊強的緣故。
- (四)實驗五、六發現熱帶家蚊幼蟲的生命力及適應各種情境的生活能力比埃及斑蚊強，以埃及斑蚊飼養水培養熱帶家蚊，結果活存率比以熱帶家蚊的飼養水培養埃及斑蚊的活存率為高。
- (五)以埃及斑蚊來說，實驗一在清水，實三在同類的飼養水，實六交互在熱帶家蚊的飼養水，三種不同的情境中，600 條 / 100 cc. 的生活空間，幼蟲適應力顯得最差，200 條的生活空間最適宜。
- (六)埃及斑蚊在實驗三，除 600 條外，其餘的活存率都在實驗七控制組之上。
- (七)熱帶家蚊幼蟲在實驗四、五的活存率比實驗一及實驗八控制組均高，可見清水對熱帶家蚊並不是最有利的生活環境。
- (八)綜合全部的實驗，發現兩種蚊子幼蟲 600 條組在任何情況下，活存率均比其他低得很多，尤其是埃及斑蚊在非清水的情況下更低，此種現象與文獻相印證，可見過度擁擠的空間飼養水內確實有某種分泌物，而此分泌物的真象，尚未揭曉，有待日後繼續研究。

六、本實驗研究的應用價值

本實驗研究已證實蚊子的幼蟲，在過度擁擠的空間，確實會分泌某種物質，使 1、2 齡幼蟲致死。若能將此分泌物加以提煉，製成對人類無害的生物合成化學物品，推廣使用，控制蚊子的繁殖，減少病蟲害和疾病的傳染，造福人群，實是最神聖的目的。

七、展望

- (一) 超過 600 條以上，少於 50 條，甚至 10 條以下的生活空間的實驗，是否對蚊子幼蟲的生長也有影響？
- (二) 同水質、不同深度 或同水質、不同平面，是否對蚊子幼蟲的生長也有影響？
- (三) 不同質或不同量的飼料，對蚊子幼蟲的生長是否有影響？
- (四) 把蚊子幼蟲的分泌物，進行化驗、分析，並證明其分泌物確實主宰著蚊子幼蟲自我控制繁殖的主要因素。

評語：(一) 實驗設計頗為週詳。

(二) 具有學術價值。

(三) 科學精神正確。