

蝴蝶飛行的探討

國中組生物科第三名

雲林縣東南國民中學

作者：張雅茹、陳美君、許筱如
指導教師：廖淑惠

一、研究動機

在校園中，看到一群群的蝴蝶輕盈飛行再仔細觀察時發現，蝴蝶起落都那麼簡易，不禁感到納悶。於是，對於大自然的飛行員興起了好奇心，與老師討論後，決定對蝴蝶的飛行做進一步的實驗與探討。

二、研究目的

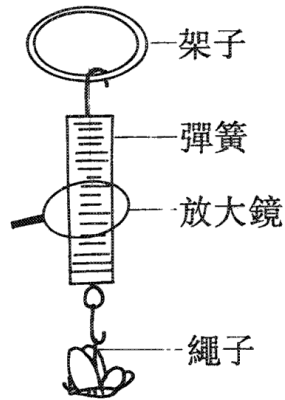
- (一)蝴蝶在風洞中的飛行探討。
- (二)不同的風洞對蝴蝶飛行影響探討。
- (三)物理因素對蝴蝶飛行的影響。

三、研究器材

風洞、吹風機、彈簧秤、放大鏡、針筒（5ml，20ml）、蝴蝶觀察箱、噴霧氣、燈炮、溫度計。

四、研究方法

- (一)風洞中的飛行探討：
 - 1.採集蝴蝶備用。
 - 2.風洞放入紙屑，觀察氣流的路徑。
 - 3.將蝴蝶放入風洞。
 - 4.觀察蝴蝶的飛翔情形。
- (二)不同的風洞對蝴蝶飛行的影響。
 - 1.將蝴蝶固定於彈簧秤下，裝置如圖(一)。



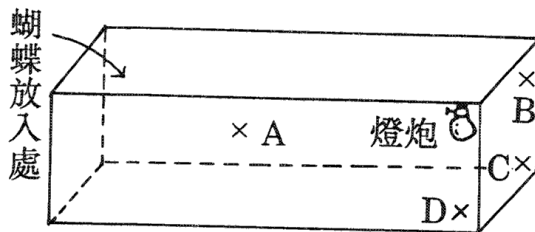
圖(一)

- 2.以5ml針筒當風洞。
- 3.分別從不同方向將氣體擠向蝴蝶。
- 4.觀察蝴蝶的起飛角度高度和翅膀擺動情形。
- 5.記錄彈簧秤刻度。
- 6.分別再以20ml針筒以及不同口徑的吹風機重覆吹風2-5次。

(三)物理因素的影響：

1.溫度：

(1)將蝴蝶放入觀察。如下圖：



觀察箱

A、B、C、D，分別代表蝴蝶休息時固定的點

(2)燈炮打開，觀察飛行情形。

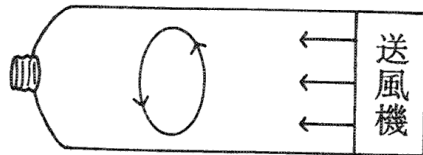
2.濕度：

(1)將蝴蝶放入觀察箱中。

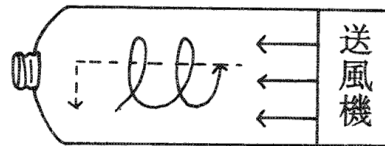
(2)用噴霧器噴入水，觀察飛行情形。

五、研究結果

(一) 1.風洞中，紙屑的移動路線和蝴蝶的飛行圖，如圖(二)和圖(三)。



圖(二)紙屑移動路線



圖(三)蝴蝶飛行路徑

-----表示後來的路徑

——表示起飛時的路徑

2.在35公分風洞與14公分風洞中，蝴蝶飛行的比較，如表(一)。

次數 長度	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	平均	
14cm	3.56 3圈	2.69 3圈	3.94 4圈	2.03 3圈	2.68 3圈	1.79 2圈	2.73 3圈	1.02 1.5圈	1.18 2圈	2.08 2圈	2.37 2.65	秒 圈
35cm	2.50 6圈	5.00 11圈	2.52 5圈	4.74 9圈	3.75 7圈	2.51 5圈	3.12 8圈	4.38 6圈	5.12 11圈	3.00 4圈	3.67 7.60	秒 圈

表(一)不同風洞中，蝴蝶飛行的比較。

(二)風洞對飛行影響：

1.(1)用5ml的針筒擠出空氣，觀察到蝴蝶以約30度的仰度向，逆風飛行。

(2)彈簧秤測出的蝴蝶向上力量，如表(二)。

單位：公克

次數 力量	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	平均
5ml有針頭	0.5	0.8	0.5	0.5	0.5	0.4	0	1.0	0.5	0.2	0.49
20ml有針頭	1.5	1.0	1.0	1.0	1.5	1.0	1.0	1.0	1.5	1.0	1.05
20ml無針頭	1.0	1.0	1.5	1.0	0.5	0.5	1.0	1.0	1.5	1.5	1.05

表(二)不同的針筒刺激下，彈簧秤測得的重量。

2.(1)20ml的針筒加有針頭的反應比沒針頭激烈，拍翅的時間較久，二者飛行的角度約為30度，均逆風飛行。

(2)彈簧秤測出的蝴蝶向上力量。如表(二)。

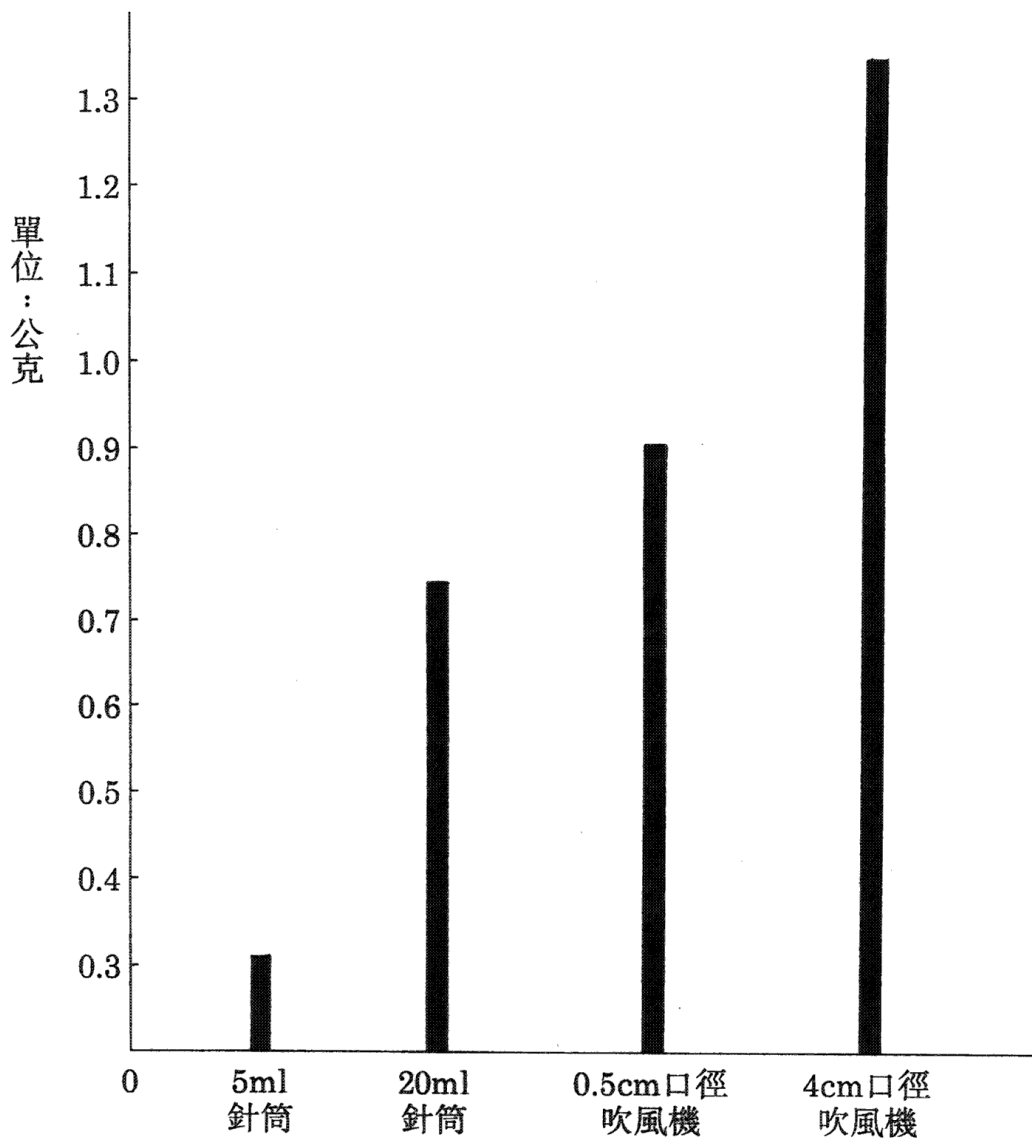
3.以不同的風洞口徑為刺激，對同一隻蝴蝶所產生的結果。

單位：公克

力量	次數	一	二	三	四	五	平均
5ml針筒		0.55	0.15	0.45	0.25	0.15	0.31
20ml針筒		0.75	0.80	0.85	0.90	0.40	0.74
0.5cm口徑		1.15	0.95	1.40	0.85	0.17	0.90
4cm口徑		1.40	1.35	1.55	1.45	0.95	1.34

表(三)五隻蝴蝶向上飛行力量的平均。

4.不同的風洞，對蝴蝶所造成的向上分力，如圖(四)。



圖(四)不同風洞對蝴蝶飛行力量的影響。

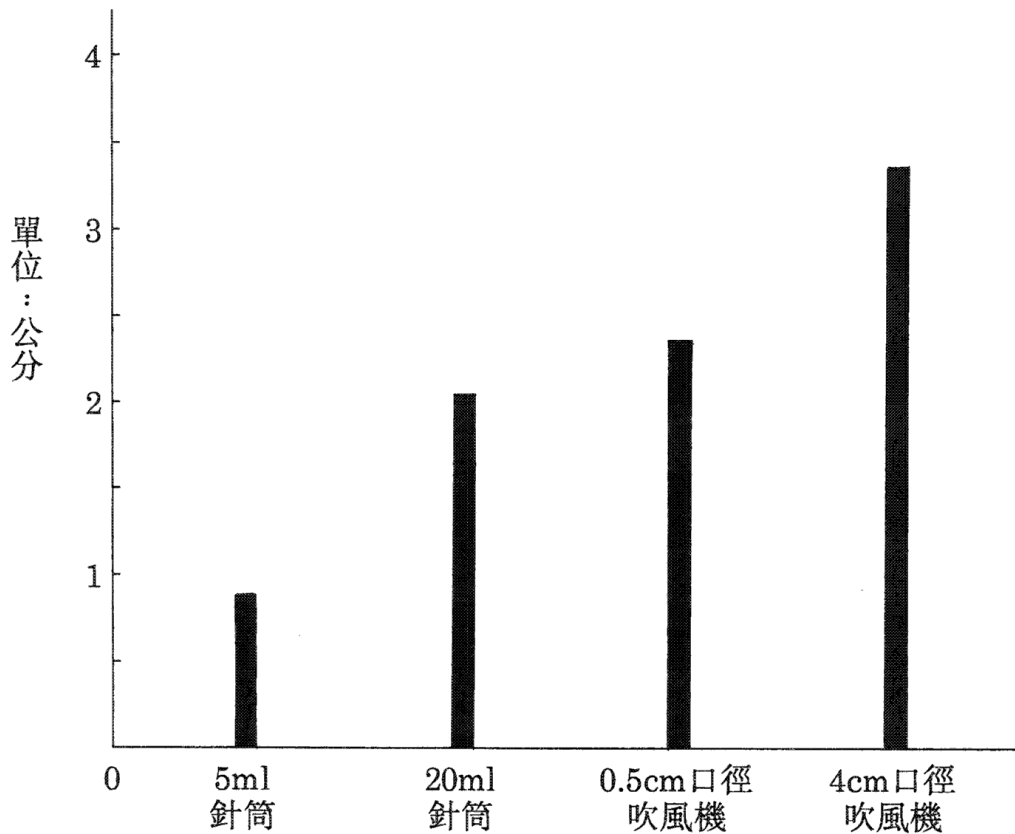
5.以不同的風洞口徑為刺激，對同一隻蝴蝶所產生的結果。如表(四)。

單位：公分

次數 高度	一	二	三	四	五	平均
5ml針筒	0.80	0.95	1.51	0.62	0.57	0.89
20ml針筒	0.86	2.66	3.59	1.86	1.14	2.02
0.5cm口徑	1.42	3.54	4.03	1.84	0.71	2.31
4cm口徑	1.7	4.17	4.74	2.9	3.04	3.31

表(四)五隻蝴蝶飛行的高度。

6.不同的風洞，對蝴蝶所造成的向上高度，如圖(五)



圖(五)不同風洞對蝴蝶飛行高度的影響。

(三)物理因素的影響：

- 1.溫度：燈炮亮後，蝴蝶飛向熱源，然後以觸角碰觸燈炮旋轉飛行，一陣時間後停在定點，若從定點起飛則來回飛繞幾圈後，又到燈炮下旋繞，之後又回到定點。
- 2.濕度：觀察箱中飛行的蝴蝶，噴入水後，馬上合起翅膀降落，停住不飛。

在較大的空間如（教室）噴水，蝴蝶翅膀擺動幅度減小，飛行速度減慢。

六、討論

- (一)由結果(一)和圖(二)知，蝴蝶會以氣流流動方向逆風飛行，用來抵抗外來環境的改變（如風向突然改變），使它不會隨風飄行。當它捉到附著物時，就會固定在附著物以節省體力。
- (二)由表(一)知風洞的風愈強，蝴蝶翅膀拍動角度大，且快而持久，仰角也變大（45度），如此所造成的向上分力大，可使它輕易的起飛。如果風洞的風持續一段時間後，蝴蝶雙翅合閉以減少強風造成的傷害。
- (三)由表(二)得到，口徑愈大的風洞，對蝴蝶所造成的刺激愈大，所測得的向上力量也愈大。
- (四)蝴蝶的起飛，靠翅膀拍動所造成的氣流，使身體上浮，再改變身體的角度，造成向前飛行的力量。
- (五)實驗後，從三樓將蝴蝶釋放，蝴蝶輕拍翅膀起飛後，以滑行的姿勢下降，接近附著物時翅膀張開，使阻力加大，飛行速度減慢，最後停在支持物上，並合起雙翅。
- (六)因為蝴蝶的重量太小，所以在裝置的彈簧秤上加上髮夾，使彈簧秤的刻度在（重量2克），以方便刻度的觀察。
- (七)吹風機所形成的風洞，效果比送風機好，那是由於風力強而集中，但是吹風機的風是溫的，所以距離32cm，使變成涼風，避免傷害蝴蝶。
- (八)蝴蝶不但會趨光飛行，在觀察箱中，更會向熱源方向飛，且用觸角來感受熱，若切去觸角，則反應較慢，飛行沒有一定的路徑。
- (九)在雨中，蝴蝶飛行時，翅膀擺動幅度小，在觀察箱中，會向水的反方向飛行，若避不開就停下，合起雙翅，以減少雨水造成的傷害。

七、結論

蝴蝶飛行時會受到外在環境的影響，如溫度、濕度和風的改變。其中蝴蝶會改變拍翅的速度，振幅以及身體的角度來影響其向上的浮力，以應付環境的改變（特別是風）。由此推知，飛機也可利用這種原理，來應付氣流的改變。

八、參考資料

- (一)自然文庫—昆蟲，P52，104—105
- (二)新編光復兒童百科圖鑑。昆蟲的天地。

(三)21世紀彩色百科全書，P1536。

評 語

蝴蝶的飛翔原理和飛機飛行的原理不同，本試驗利用簡單的風洞方法，發現小白紋蝴蝶是逆風而飛，而且其飛行方向與路徑是成螺旋型前進，很有創意，故給獎勵。