
031711

螞蟻也討厭塞車？

~探討螞蟻覓食的交通量分布情形

摘要：

我們在 2004 年 7 月號的牛頓雜誌裡，偶然看到螞蟻會分配牠們的交通量這個訊息，但卻沒有多加說明，於是我們決定深入研究。

我們設計了較簡單但不影響實驗結果的裝置，在公園蟻窩旁及室內各選定一個放置位置，並確認三種不同種類的螞蟻後便開始進行觀察。我們先選擇了三個地點來觀察螞蟻的生態，再著手設計了適當的實驗，開始進行研究。實驗內容包括：探討吸管(通道)顏色、粗細、易達性對螞蟻覓食交通量分布的影響。持續兩個月的研究，每天定時到三個地方統計及記錄，發現螞蟻會大略遵循著一定的規則分配交通量，例如在一條通道過於擁擠時，螞蟻會大略平均分布在兩條通道中；另一方面，螞蟻會較集中於易達的路徑等。而我們也發現此次的實驗設計，很適合當「捕蟻器」來使用，這可再深入研究。

壹、研究動機：

小時候，我總喜歡看著整排的螞蟻搬食物的「盛況」，但常觀察到一半就被父母制止，頗有「觀之，興正濃，忽有龐然大物拔山倒樹而來」之感慨。

直到國一的自然與生活科技中學到有關於動物的行為，又在牛頓雜誌看到一篇提及螞蟻行為的專欄，讓我再度重拾童年的那份好奇。這篇文章只大略提到了螞蟻會分配牠們的交通量，但並沒有多加說明，我覺很有意思，沒想到人類世界的現象也會在四處可見的螞蟻中發生。

貳、研究目的：

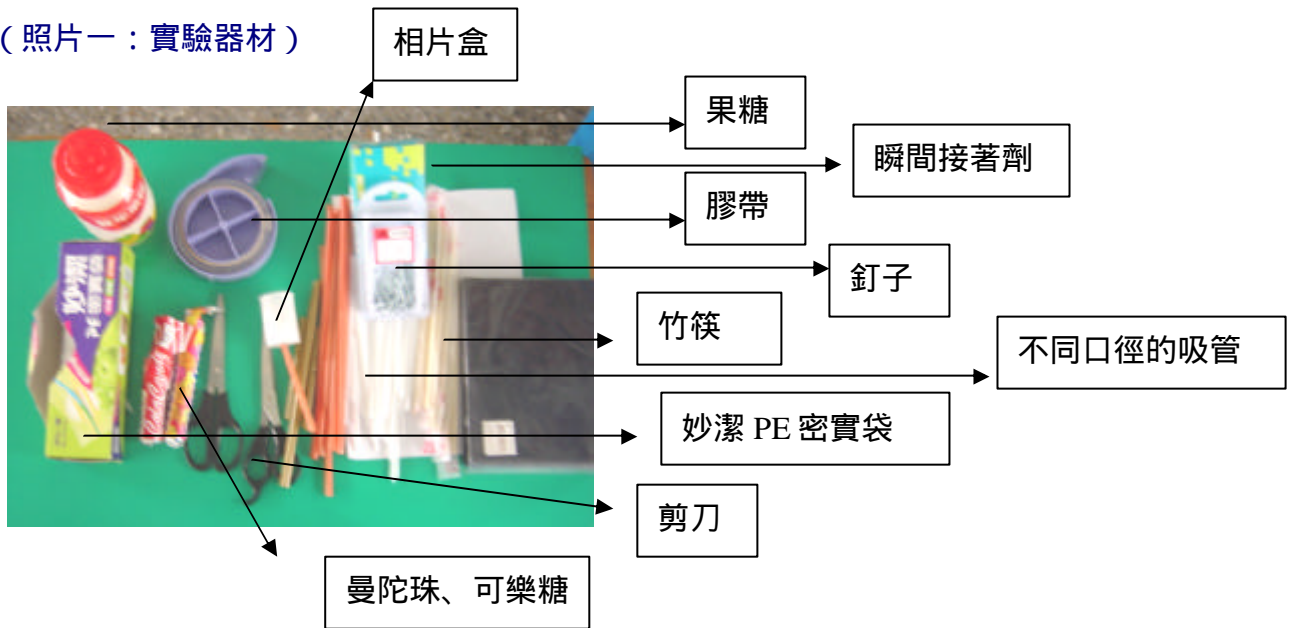
- 一、探討螞蟻對相同條件通道的交通分布情形。
- 二、探討不同變因（分別有吸管通道顏色、粗細、通道易達性）分別對黑頭慌蟻（校園花園）、黑棘蟻（公園蟻窩）、小黃家蟻（室內掃地工具箱）的覓食交通量分布影響。

參、研究設備及器材：

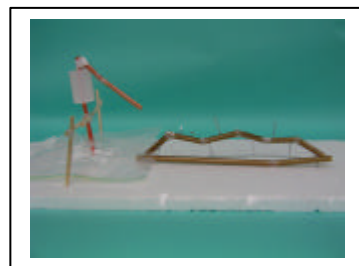
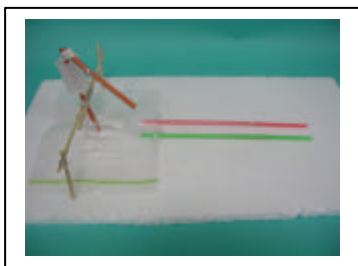
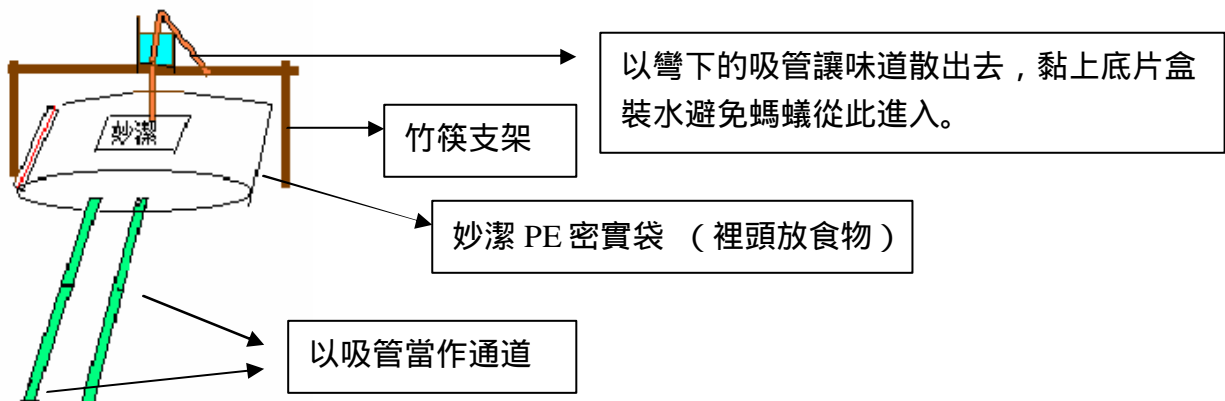
一、材料

(一) 不同口徑的吸管數支	(六) 數位相機
(二) 剪刀 2 把	(七) 曼陀珠、可樂糖、果糖
(三) 竹筷多雙	(八) 妙潔 PE 密實袋兩盒
(四) 相片盒 2 個	(九) 三號夾鏈袋一包
(五) 膠帶	(十) 瞬間接著劑一瓶

(照片一：實驗器材)



二、器材設計圖及照片



肆、研究過程及方法：

一、實驗器材放置地點

圖 a：小黃家蟻

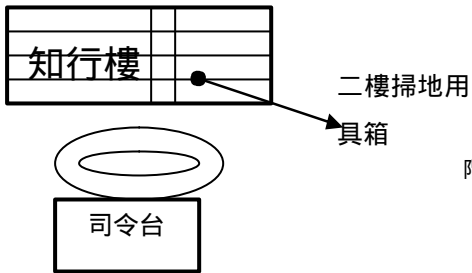
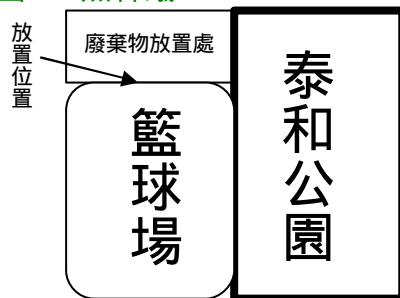


圖 b：黑頭慌蟻



圖 c：黑棘蟻



二、實驗（見附圖一、附圖二、附圖三）

（一）探討吸管顏色對螞蟻交通量分布之影響

實驗 1-1：（照片二）

1. 操縱的變因：口徑 6mm 之紅色、綠色吸管各 2 支(同一包吸管)
2. 控制的變因：吸管通道長度均為 31.5cm
吸管通道相距 3cm
袋內置入約 20ml 的果糖

3. 實驗步驟：

- (1) 將口徑 6mm 之紅色、綠色吸管分別連接成長度 31.5cm 的兩個不同顏色通道。
- (2) 將二吸管通道相距 3cm，連接於密實袋上。
- (3) 於密實袋中置入 20ml 的果糖。
- (4) 在兩天內定時觀察並記錄螞蟻的數量。

實驗 1-2：（照片三）

1. 將兩通道改成藍色和橘色，並重複實驗 1-1 的步驟（1）~（4）。

實驗 1-3：（照片四）

1. 將兩通道改成紫色和黃色，並重複實驗 1-1 的步驟（1）~（4）。



照片二：實驗 1-1

用口徑同為 6mm 之紅色和綠色的通道（學校花園）



照片三：實驗 1-2

用口徑同為 6mm 之藍色和橘色的通道（學校花園）



照片四：實驗 1-3

用口徑同為 6mm 之紫色和黃色的通道（學校花園）

(二) 探討螞蟻對相同條件通道的交通分布情形。

實驗 2-1：

1. 操縱的變因：兩通道皆為口徑 3mm 的吸管

2. 控制的變因：兩通道長度均為 31.5cm

兩吸管通道相距 3cm

袋內置入一顆嚼碎的可樂糖和兩顆咀嚼過的曼陀珠

3. 實驗步驟：

(1) 將口徑 3mm 吸管連接成長度 31.5cm 的兩個通道。

(2) 使兩吸管通道相距 3cm，並連接於密實袋上。

(3) 於密實袋中置入一顆嚼碎的可樂糖和兩顆咀嚼過的曼陀珠。

(4) 在兩天內定時觀察並記錄螞蟻的數量。

實驗 2-2：

1. 將吸管通道改成 6mm，並重複實驗 2-1 步驟 (1) ~ (4)。

實驗 2-3：

1. 將吸管通道改成 8mm，重複實驗 2-1 步驟 (1) ~ (4)。

實驗 2-4：

1. 將吸管通道改成 10mm，重複實驗 2-1 步驟 (1) ~ (4)。

(三) 探討口徑不同的吸管通道對螞蟻交通量的分布影響

實驗 3-1：

1. 操縱的變因：兩吸管通道的口徑不同（一個為 6mm、一個為 3mm）

2. 控制的變因：兩吸管通道長度均為 31.5cm

兩吸管通道相距 3cm

袋內置入一顆嚼碎的可樂糖和兩顆咀嚼過的曼陀珠

3. 實驗步驟：

(1) 將吸管連接成長度約 31.5cm 的兩個通道。

(2) 使吸管通道相距 3cm，並連接於密實袋上。

(3) 於密實袋中置入一顆嚼碎的可樂糖和兩顆咀嚼過的曼陀珠。

(4) 在兩天內定時觀察並記錄螞蟻的數量。

實驗 3-2：

1. 將兩吸管通道分別改為 6mm 和 4mm，並重複實驗 3-1 步驟 (1) ~ (4)。

實驗 3-3 :

- 1.將兩吸管通道分別改為 6mm 和 8mm，並重複實驗 3-1 步驟 (1) ~ (4)。

(四)探討通道易達性程度不同對螞蟻交通量的影響

實驗 4-1 :

- 1.操縱的變因：吸管通道一為直線通道，另一為拱形通道(見附圖二)
- 2.控制的變因：兩吸管通道相距 3cm

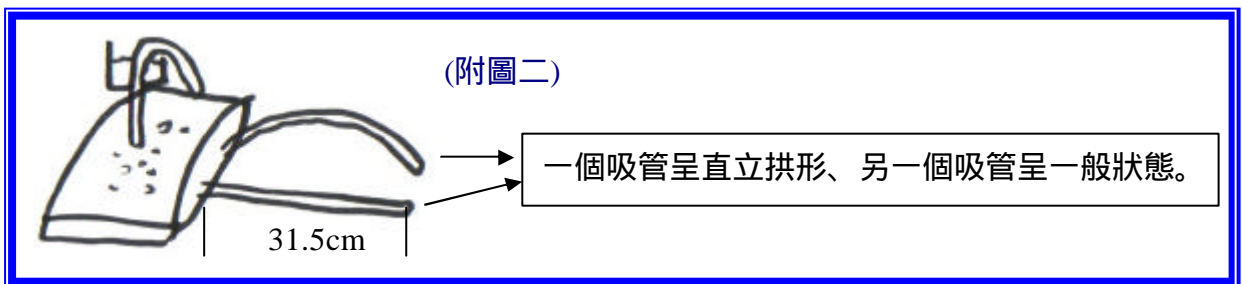
兩吸管通道口徑均為 8mm

兩吸管通道直線距離均為 31.5cm

袋內置入一顆嚼碎的可樂糖和兩顆咀嚼過的曼陀珠

3.實驗步驟：

- (1)將吸管連接成長度為 31.5cm 的兩通道。
- (2)使其中一條吸管通道彎曲成直立拱型狀態，兩端直線距離 31.5cm。
- (3)將兩吸管通道相距 3cm，並連接於密實袋上。
- (4)使密實袋中置入一顆嚼碎的可樂糖和兩顆咀嚼過的曼陀珠。
- (5)在兩天內定時觀察並記錄螞蟻的數量。



實驗 4-2 :

- 1.操縱的變因：吸管通道一為 30cm，另一為 15cm (見附圖三)

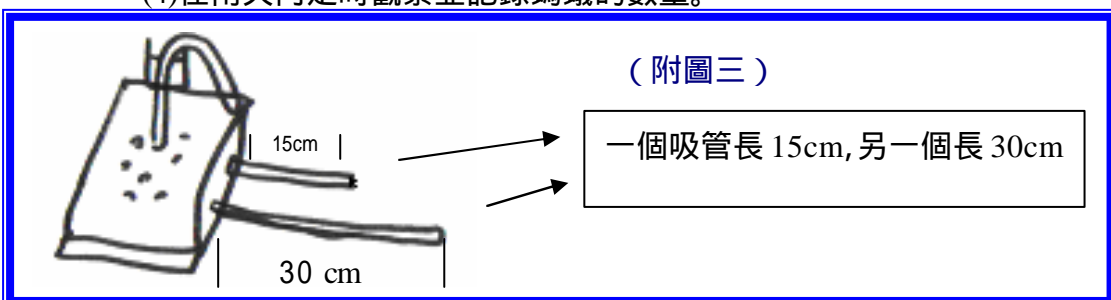
- 2.控制的變因：兩吸管通道相距 3cm

兩吸管通道口徑均為 8mm

袋內置入一顆嚼碎的可樂糖和兩顆咀嚼過的曼陀珠

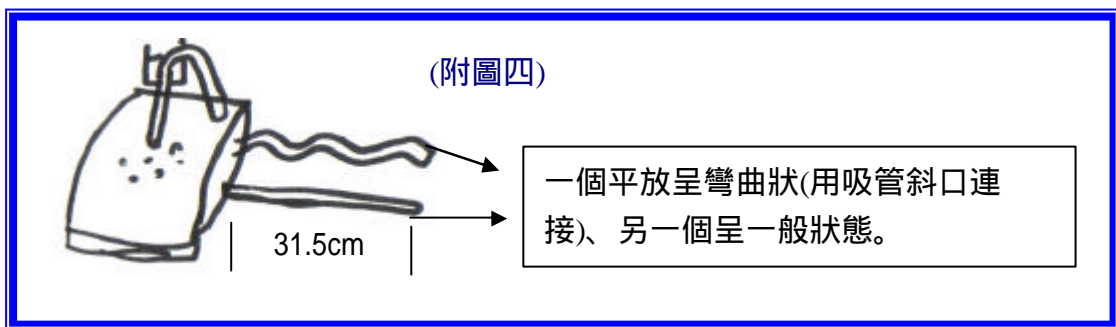
3.實驗步驟：

- (1)將吸管連接成長度分別為 30cm 的和 15cm 的兩個通道。
- (2)使吸管通道相距 3cm，並連接於密實袋上。
- (3)於密實袋中置入一顆嚼碎的可樂糖和兩顆咀嚼過的曼陀珠。
- (4)在兩天內定時觀察並記錄螞蟻的數量。



實驗 4-3 :

- 1.操縱的變因：吸管通道一為**直線**通道，另一為**彎曲**通道(見附圖四)
- 2.控制的變因：吸管通道相距 **3cm**
兩吸管通道口徑為均 **8mm**
兩吸管通道長度為均 **31.5cm**
袋內置入一顆嚼碎的可樂糖和兩顆咀嚼過的曼陀珠
- 3.實驗步驟：
 - (1)將吸管連接成長度約 31.5cm 的另一直線通道。
 - (2)將另一吸管剪接持彎曲通道，吸管口與 (1) 之通道口對齊。
 - (3)將兩吸管通道相距 3cm 連接於密實袋上。
 - (4)於密實袋中置入一顆嚼碎的可樂糖和兩顆咀嚼過的曼陀珠。
 - (5)在兩天內定時觀察並記錄螞蟻的數量。



實驗 4-4 :

- 1.操縱的變因：吸管通道一為**沒有釘上釘子的一般通道**，另一為**釘上 10 根釘子的直立彎曲狀通道**(見附圖五)
- 2.控制的變因：兩吸管通道相距 **3cm**
兩吸管通道口徑均為 **8mm**
兩吸管通道直線長度均為 **31.5cm**
袋內置入一顆嚼碎的可樂糖和兩顆咀嚼過的曼陀珠
- 3.實驗步驟：
 - (1)將一吸管連接成長度約 31.5cm 的通道。
 - (2)將另一吸管通道製成直立彎曲狀並釘上 10 根釘子，使其兩端直線距離為 31.5cm。
 - (3)使兩吸管通道相距 3cm，並連接於密實袋上。
 - (4)於密實袋中置入一顆嚼碎的可樂糖和兩顆咀嚼過的曼陀珠。
 - (5)在兩天內定時觀察並記錄螞蟻的數量。

實驗 4-5 : (照片五)

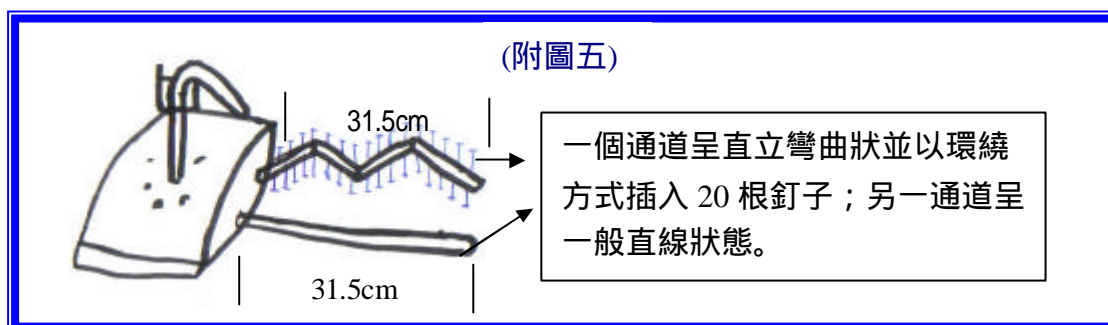
- 1.操縱變因：吸管通道一為**沒有釘上釘子的通道 (直線通道)**，另一為**釘上 20 根釘子的通道 (彎曲通道)**(見附圖五)
- 2.控制變因：兩吸管通道相距 **3cm**
兩吸管通道口徑均為 **8mm**
兩吸管通道直線長度均為 **31.5cm**



袋內置入一顆嚼碎的可樂糖和兩顆咀嚼過的曼陀珠

3.實驗步驟：

- (1)將吸管連接成長度 31.5cm 的通道。
- (2)將另一吸管通道製成直立彎曲狀並釘上 20 根釘子，使其兩端直線距離為 31.5cm。
- (3)使兩吸管通道相距 3cm，並連接於密實袋上。
- (4)於密實袋中置入一顆嚼碎的可樂糖和兩顆咀嚼過的曼陀珠。
- (5)在兩天內定時觀察並記錄螞蟻的數量。



實驗 4-6：

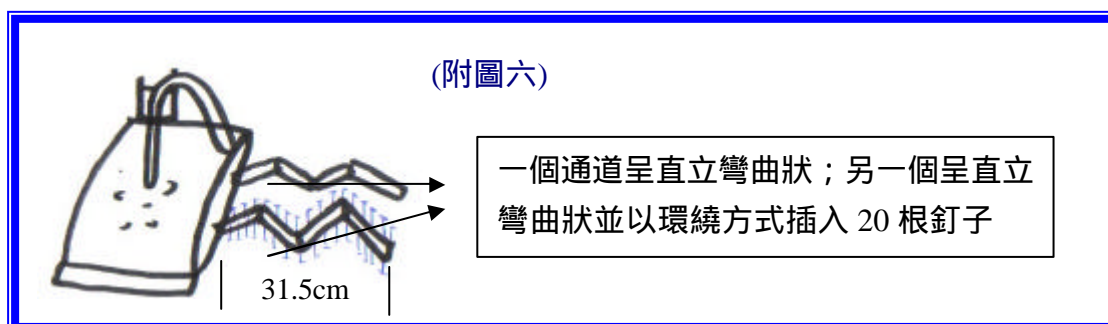
- 1.將一吸管通道改為一個沒有釘子（直線通道），另一個有 30 根釘子（彎曲吸管通道），並重複實驗 4-5 之步驟（1）~（5）。

實驗 4-7：

- 1.操縱的變因：吸管通道一為沒有釘上釘子的通道，另一為釘上 20 根釘子的通道（兩者皆為彎曲狀）（見附圖六）
- 2.控制的變因：兩吸管通道相距 3cm
兩吸管通道口徑均為 8mm
兩吸管通道直線長度為 31.5cm
袋內置入一顆嚼碎的可樂糖和兩顆咀嚼過的曼陀珠

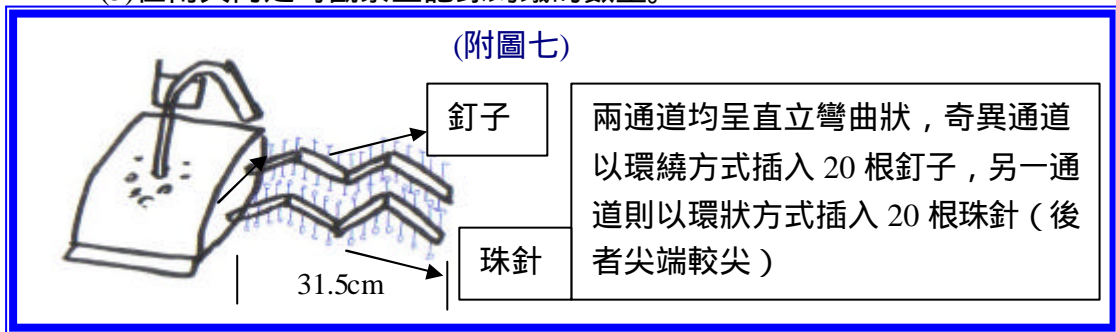
3.實驗步驟：

- (1)將吸管連接成直線長度約 31.5cm 公分的兩直立彎曲狀通道
- (2)將其中一吸管通道釘上 20 根釘子
- (3)使兩吸管通道相距 3cm，並連接於密實袋上
- (4)於密實袋中置入一顆嚼碎的可樂糖和兩顆咀嚼過的曼陀珠
- (5)在兩天內定時觀察並記錄螞蟻的數量



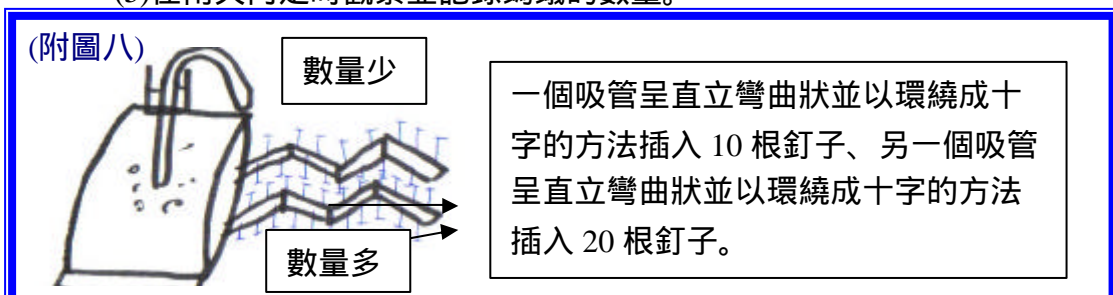
實驗 4-8：

- 1.操縱的變因：一通道為釘上 20 根釘子的通道，另一為釘上 20 根珠針的通道（珠針較釘子尖）(見附圖七)
- 2.控制的變因：皆為直立彎曲狀通道
兩吸管通道相距 3cm
兩吸管通道口徑均為 8mm
兩吸管通道直線長度為 31.5cm
袋內置入一顆嚼碎的可樂糖和兩顆咀嚼過的曼陀珠
- 3.實驗步驟：
 - (1)將吸管連接成直線長度為 31.5cm 的兩直立彎曲狀通道
 - (2)將其中一吸管通道釘上 20 根珠針，另一通道釘上 20 根釘子
 - (3)使兩吸管通道相距 3cm，並連接於密實袋上
 - (4)於密實袋中置入一顆嚼碎的可樂糖和兩顆咀嚼過的曼陀珠
 - (5)在兩天內定時觀察並記錄螞蟻的數量。



實驗 4-9：

- 1.操縱的變因：吸管通道為釘上共 10 根釘子的通道，一為釘上共 20 根釘子的通道(見附圖八)
- 2.控制的變因：皆為直立彎曲狀通道
兩吸管通道相距 3cm
兩吸管通道口徑接為 8 mm
兩吸管通道直線長度為 31.5cm
袋內置入一顆嚼碎的可樂糖和兩顆咀嚼過的曼陀珠
- 3.實驗步驟：
 - (1)將吸管連接成長度約 31.5 公分的兩直立彎曲狀通道
 - (2)將其中一通道釘上 10 根釘子，另一通道釘上 20 根釘子
 - (3)將兩通道相距 3cm 連接於密實袋上
 - (4)於密實袋中置入一顆嚼碎的可樂糖和兩顆咀嚼過的曼陀珠
 - (5)在兩天內定時觀察並記錄螞蟻的數量。

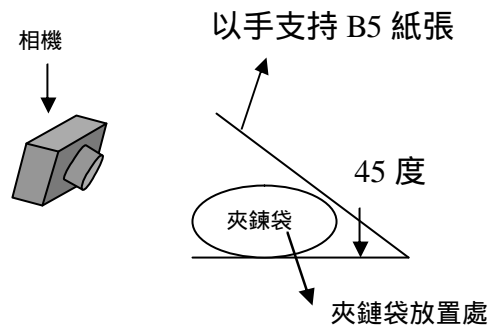


三、統計方法

將兩根吸管通道的螞蟻分別倒到 3 號夾鍊袋，拿兩張 B5 的紙夾成 45 度角(避免夾鍊袋反光)，將兩個袋子分別置入，並以高解析度的數位相機照相，傳到電腦放大計算螞蟻數量。(見照片六)



照片六：照相後傳至電腦放大，螞蟻數目計算圖之一。



附圖九：此圖為照片七圖的角度示意圖

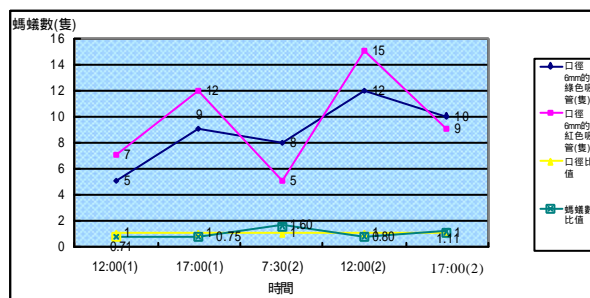
伍、研究結果：

* 以下每一個圖表內的時間，括號內表示表示第幾天，例：12:00 (2) 表示實驗第二天中午十二點。

一、探討吸管顏色是否會影響螞蟻交通量分布

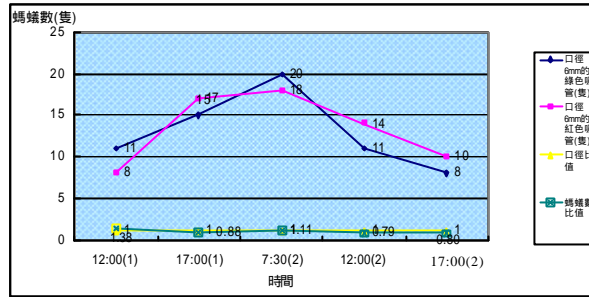
實驗 1-1(第一次)：以口徑相同，顏色各為綠色、紅色的吸管作為通道。(以果糖當作誘餌)

(一)、學校花園



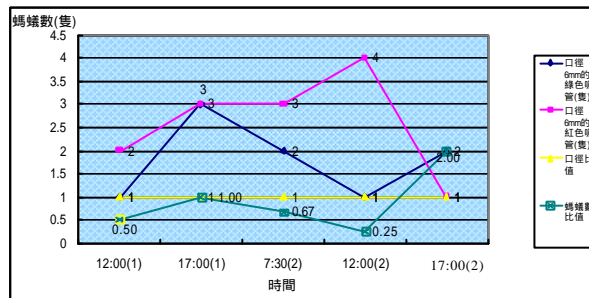
(圖一：實驗 1-1 通道條件相同，口徑同為 6mm 之紅色和綠色的通道。第一次實驗結果 學校花園)

(二)、公園蟻窩旁



(圖二：實驗 1-1 通道條件相同，口徑同為 6mm 之紅色和綠色的通道。第一次實驗結果 公園蟻窩)

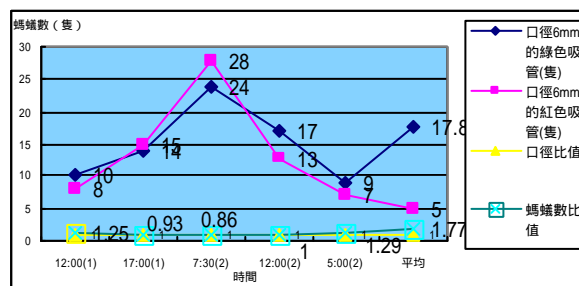
(三)、室內工具箱



(圖三：實驗 1-1 通道條件相同，口徑同為 6mm 之紅色和綠色的通道。第一次實驗結果 室內工具箱)

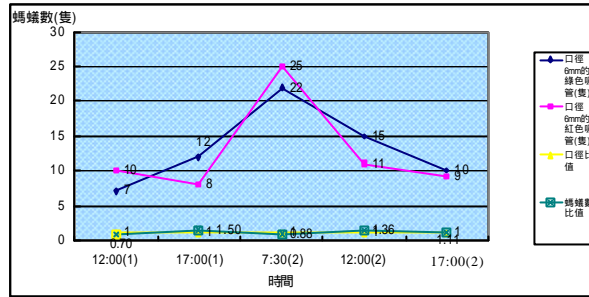
實驗 1-1(第二次)：以口徑相同，顏色各為綠色、紅色的吸管作為通道。(以餅乾屑當作誘餌)

(一)、學校花園



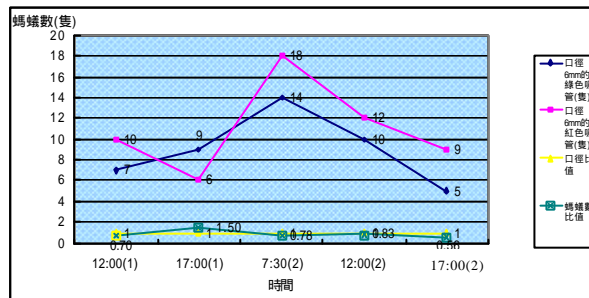
(圖四：實驗 1-1 通道條件相同，口徑同為 6mm 之紅色和綠色的通道。第二次實驗結果 學校花園)

(二)、公園蟻窩旁



(圖五：實驗 1-1 通道條件相同，口徑同為 6mm 之紅色和綠色的通道。第二次實驗結果 公園蟻窩)

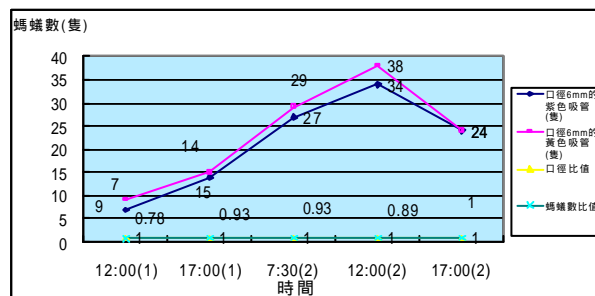
(三)、室內工具箱



(圖六：實驗 1-1 通道條件相同，口徑同為 6mm 之紅色和綠色的通道 第二次實驗結果 室內工具箱)

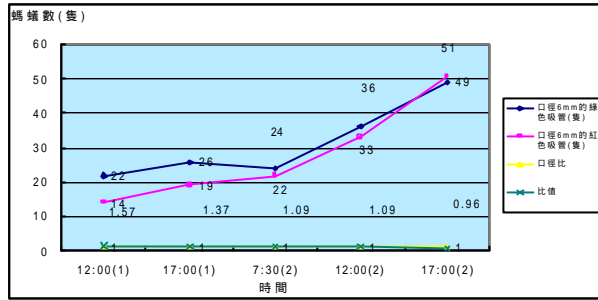
實驗 1-1(第三次): 以口徑相同，顏色各為綠色、紅色的吸管作為通道。(以曼陀珠、可樂糖當作誘餌)

(一)、學校花園



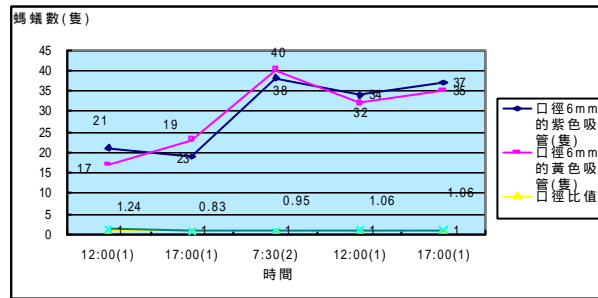
(圖七：實驗 1-1 通道條件相同，口徑同為 6mm 之紅色和綠色的通道 第三次實驗結果 學校花園)

(二)、公園蟻窩旁



(圖八：實驗 1-1 通道條件相同，口徑同為 6mm 之紅色和綠色的通道 第三次實驗結果 公園蟻窩)

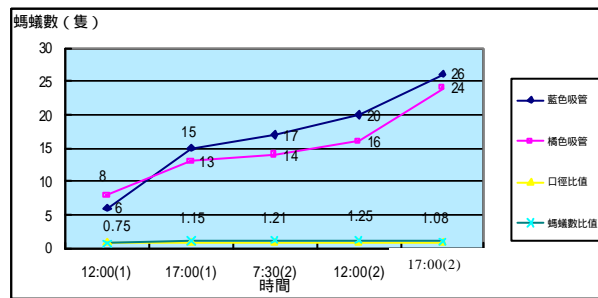
(三)、室內工具箱



(圖九：實驗 1-1 通道條件相同，口徑同為 6mm 之紅色和綠色的通道。第三次實驗結果 室內工具箱)

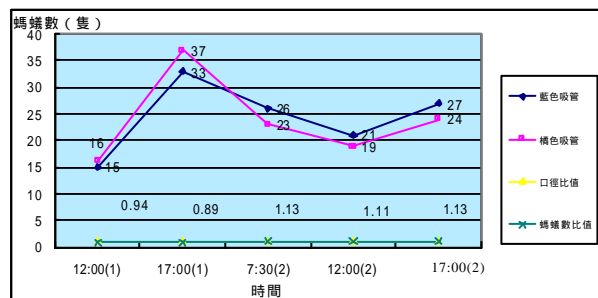
實驗 1-2：以口徑相同，顏色各為藍色、橘色的吸管作為通道。

(一)、學校花園



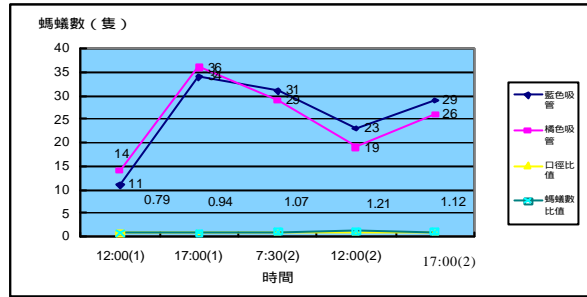
(圖十：實驗 1-2 通道條件相同，口徑同為 6mm 之藍色和橘色的通道。結果 學校花園)

(二)、公園蟻窩旁



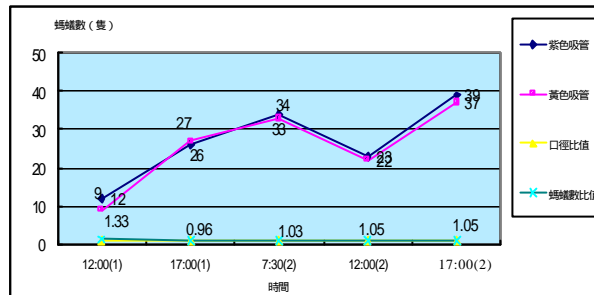
(圖十一：實驗 1-2 通道條件相同，口徑同為 6mm 之藍色和橘色的通道。結果 學校花園)

(三)、室內工具箱

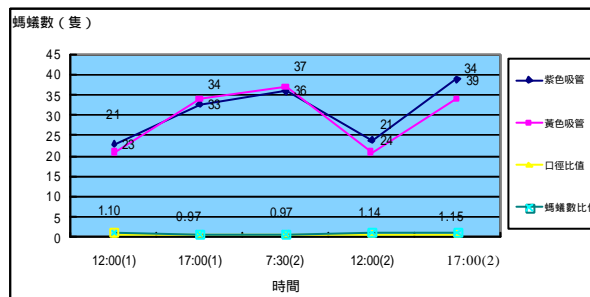


(圖十二：實驗 1-2 通道條件相同，口徑同為 6mm 之藍色和橘色的通道。結果 室內工具箱)
實驗 1-3：以口徑相同，顏色各為紫色、黃色的吸管作為通道。

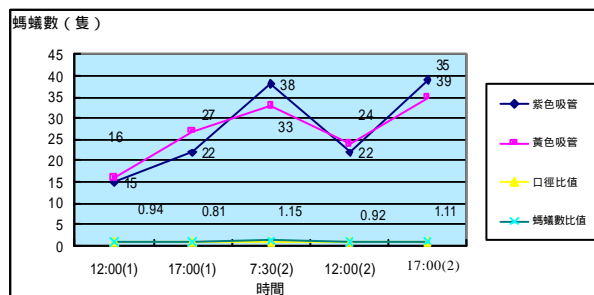
(一)、學校花園



(圖十三：實驗 1-3 通道條件相同，口徑同為 6mm 之紫色和黃色的通道。結果 校內花園)
(二)、公園蟻窩旁



(圖十四：實驗 1-3 通道條件相同，口徑同為 6mm 之紫色和黃色的通道。結果 公園蟻窩)
(三)、室內工具箱



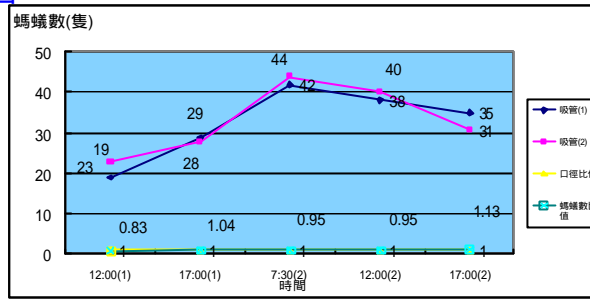
(圖十五：實驗 1-3 通道條件相同，口徑同為 6mm 之紫色和黃色的通道。結果 室內工具箱)

* 由實驗 1-1 到 1-3：使用紅、綠；藍、橘；紫、黃三組不同對比色的吸管通道所得出的數據來看，三個地點的差異性並不大。各組實驗中兩條吸管通道的螞蟻數和相對時間圖之兩條曲線都非常接近，比值接近 1。

二、觀察螞蟻在相同條件下之交通量分布平均程度

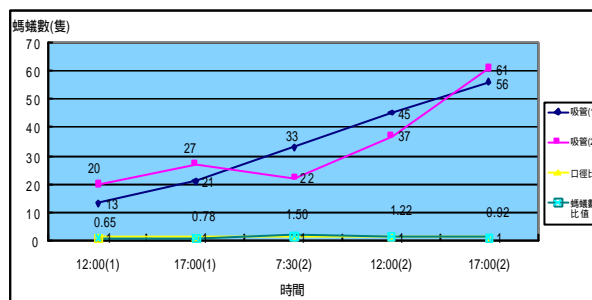
實驗 2-1：在相同條件下，口徑同為 3mm 的吸管作為通道

(一)、學校花園



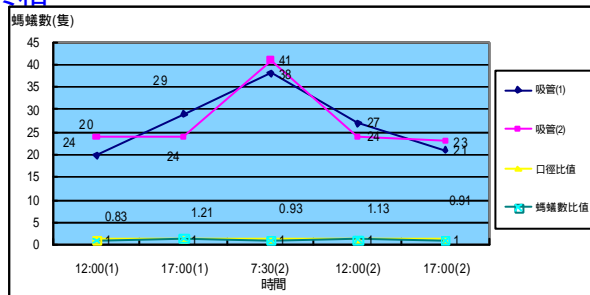
(圖十六：實驗 2-1 用口徑同為 3mm 且開口距離對齊的兩通道。結果一學校花園)

(二)、公園蟻窩旁



(圖十七：實驗 2-1 用口徑同為 3mm 且開口距離對齊的兩通道。結果 公園蟻窩)

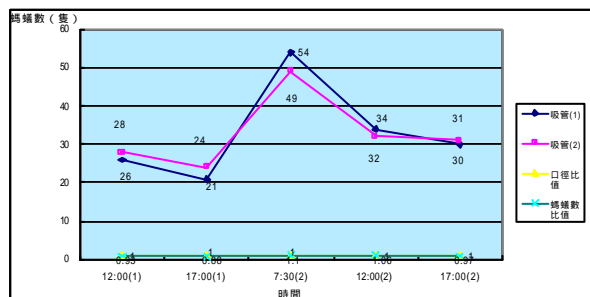
(三)、室內工具箱



(圖十八：實驗 2-1 用口徑同為 3mm 且開口距離對齊的兩通道。結果 室內工具箱)

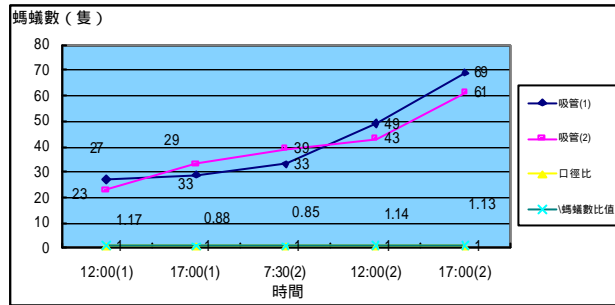
實驗 2-2：在相同條件下，口徑同為 6mm 的兩吸管作為通道

(一)、學校花園



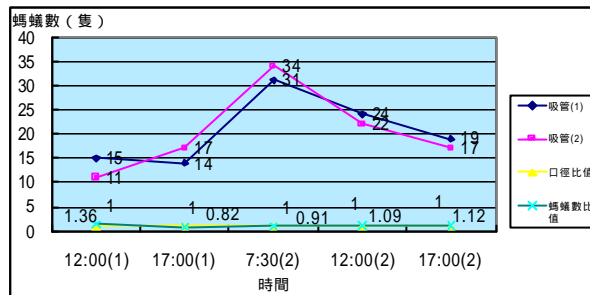
(圖十九：實驗 2-2 用口徑同為 6mm 且開口距離對齊的兩通道。結果 學校花園)

(二)、公園蟻窩旁



(圖二十：實驗 2-2 用口徑同為 6mm 且開口距離對齊的兩通道。結果 公園蟻窩)

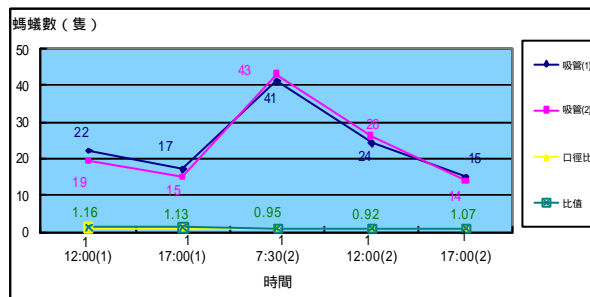
(三)、室內工具箱



(圖二十一：實驗 2-2 用口徑同為 6mm 且開口距離對齊兩通道 結果 室內工具箱)

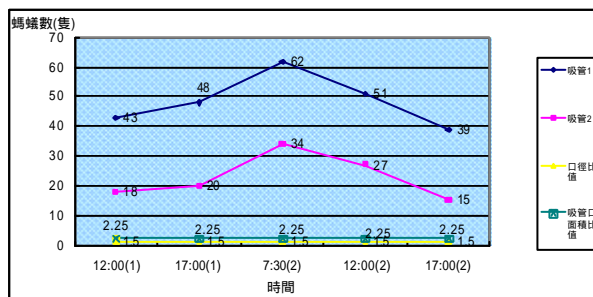
實驗 2-3：以口徑為 8mm 的吸管作為通道

(一)、學校花園



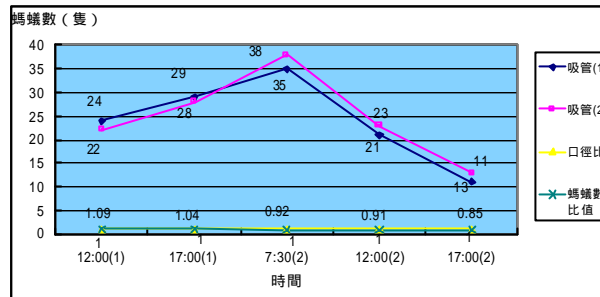
(圖二十二：實驗 2-3 用口徑同為 8mm 且開口距離對齊的兩通道 結果 學校花園)

(二)、公園蟻窩旁



(圖二十三：實驗 2-3 用口徑同為 8mm 且開口距離對齊的兩通道。結果 公園蟻窩)

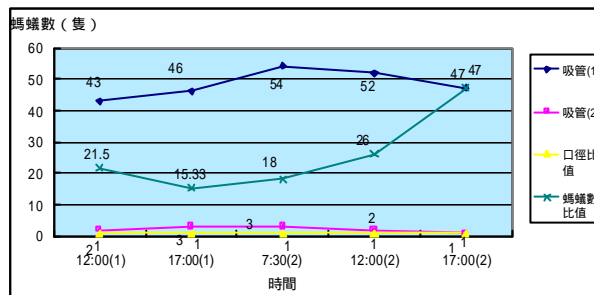
(三)、室內工具箱



(圖二十四：實驗 2-3 用口徑同為 8mm 且開口距離對齊的兩通道。結果 室內工具箱)

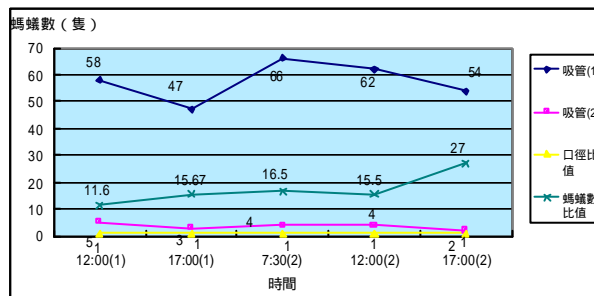
實驗 2-4：在相同條件下，口徑同為 10mm 的兩吸管作為通道

(一)、學校花園



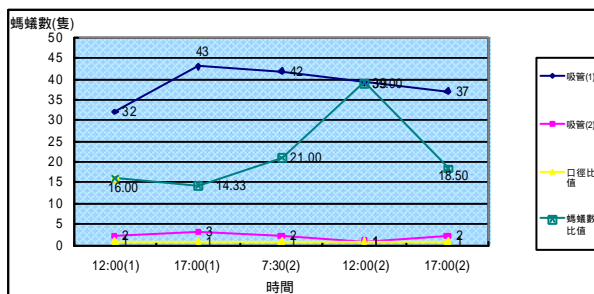
(圖二十五：實驗 2-4 用口徑同為 10mm 且開口距離對齊的兩通道。結果 學校花園)

(二)、公園蟻窩旁



(圖二十六：實驗 2-4 用口徑同為 10mm 且開口距離對齊的兩通道。結果 公園蟻窩)

(三)、室內工具箱



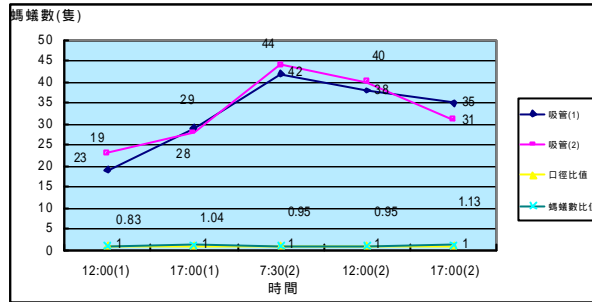
(圖二十七：實驗 2-4 用口徑同為 10mm 且開口距離對齊的兩通道。結果 室內工具箱)

* 由實驗 2-1 到 2-4：以兩條口徑一樣的吸管通道所得到的實驗數據分成兩部分來看
 2-1 到 2-3 的數據中，兩條通道螞蟻數相當接近，比值約等於 1；2-4 的實驗中，
 螞蟻數差異相當大，螞蟻大部分集中在其中一條通道。

三、探討寬窄口徑不同的吸管通道對螞蟻交通量的分布影響

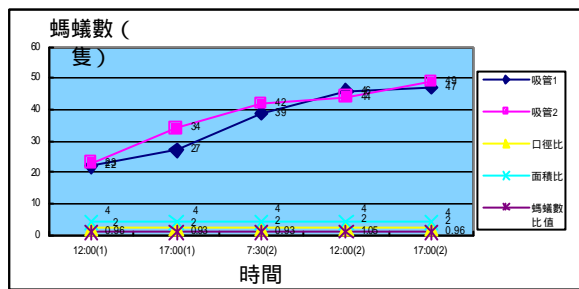
實驗 3-1：在其餘條件相同下，僅口徑不同之兩通道

(一)、學校花園



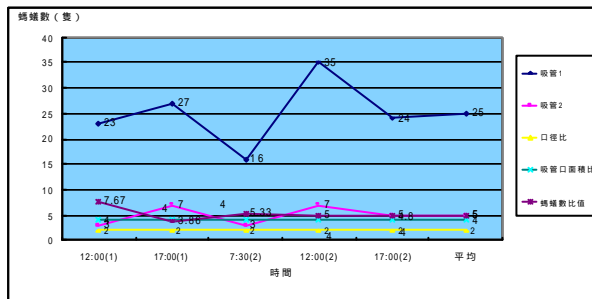
(圖二十八：實驗 3-1 用粗細各為 3mm、6mm 且開口距離對齊的兩通道。結果 學校花園)

(二)、公園蟻窩旁



(圖二十九：實驗 3-1 用粗細各為 3mm、6mm 且開口距離對齊的兩通道。結果 公園蟻窩)

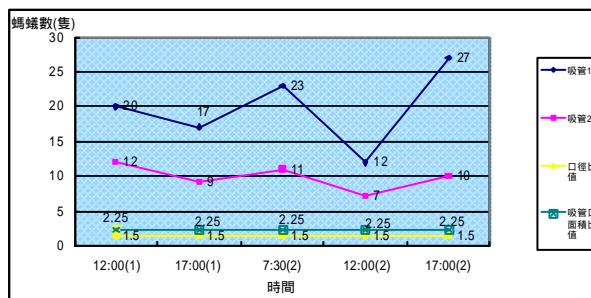
(三)、室內工具箱



(圖三十：實驗 3-1 用粗細各為 3mm、6mm 且開口距離對齊的兩通道。結果 室內工具箱)

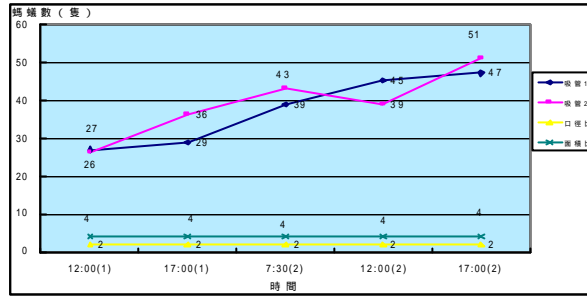
實驗 3-2：在其餘條件相同下僅口徑不同之兩通道

(一)、學校花園



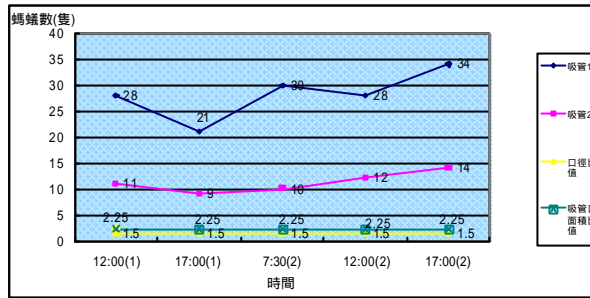
(圖三十一：實驗 3-2 用粗細各為 6mm、4mm 且開口距離對齊的兩通道。結果 學校花園)

(二)、公園蟻窩旁



(圖三十二：實驗 3-2 用粗細各為 6mm、4mm 且開口距離對齊的兩通道。結果 公園蟻窩)

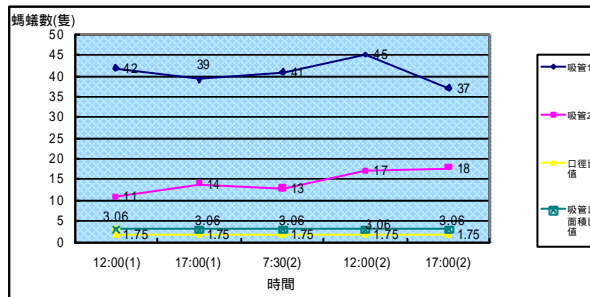
(三)、室內工具箱



(圖三十三：實驗 3-2 用粗細各為 6mm、4mm 且開口距離對齊的兩通道。結果 室內工具箱)

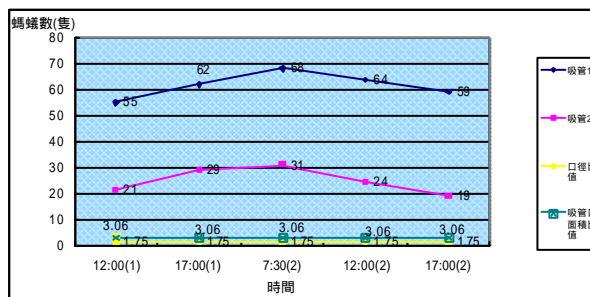
實驗 3-3：在其餘條件相同下，僅口徑不同之通道

(一)、學校花園



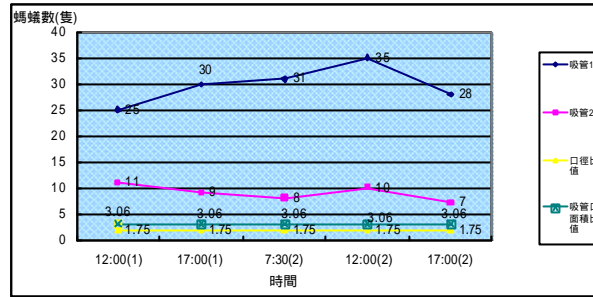
(圖三十四：實驗 3-3 用粗細各為 6mm、8mm 且開口距離對齊的兩通道。結果 學校花園)

(二)、公園蟻窩旁



(圖三十五：實驗 3-3 用粗細各為 6mm、8mm 且開口距離對齊的兩通道。結果 公園蟻窩)

(三)、室內工具箱



(圖三十六：實驗 3-3 用粗細各為 6mm、8mm 的且開口距離對齊的兩通道。

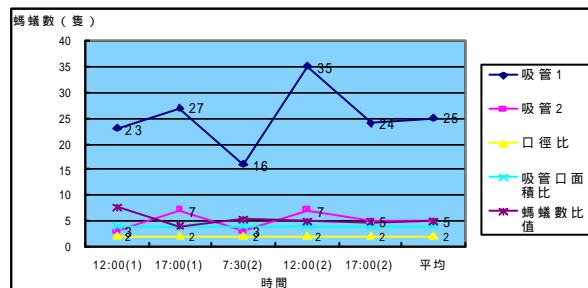
結果 室內工具箱

* 由實驗 3-1 到 3-3：在不同口徑的吸管通道中，較大者有較多螞蟻，口徑較小的通道的螞蟻數較少；螞蟻數比和吸管截面積比或口徑比，並沒有成一定的比例關係，只是相較於口徑比，螞蟻數比會較接近吸管截面積比。

(四)探討通道易達性程度不同對螞蟻交通量的影響

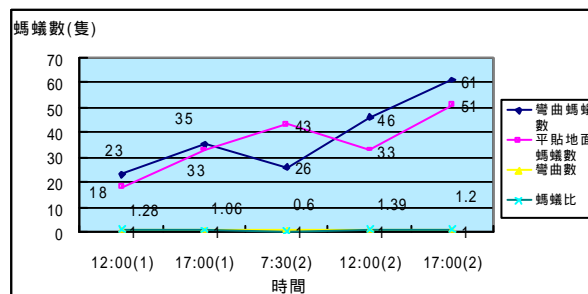
實驗 4-1：用一通道為直立拱形、另一通道為直線，兩吸管通道的開口對齊，直線距離均為 31.5 公分。

(一)、學校花園



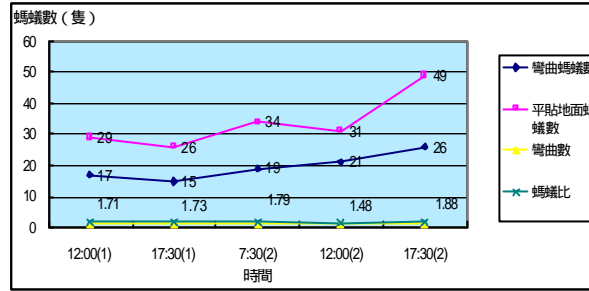
(圖三十七：實驗 4-1 用一個直線、另一個拱型的兩吸管開口直線距離相等、兩吸管等距的通道。結果 學校花園)

(二)、公園蟻窩旁



(圖三十八：實驗 4-1 用一個直線、另一個拱型的兩吸管開口直線距離相等、兩吸管等距的通道。結果 公園蟻窩)

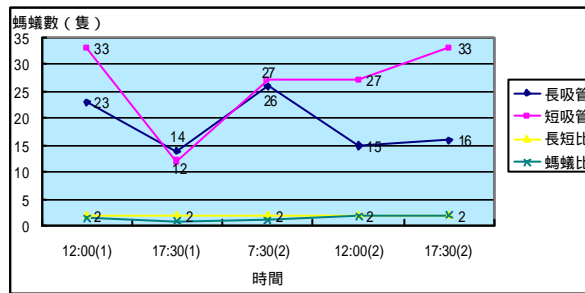
(三)、室內工具箱



(圖三十九：實驗 4-1 用一個直線、另一個拱型的兩吸管開口直線距離相等、兩吸管等距的通道。結果 室內工具箱)

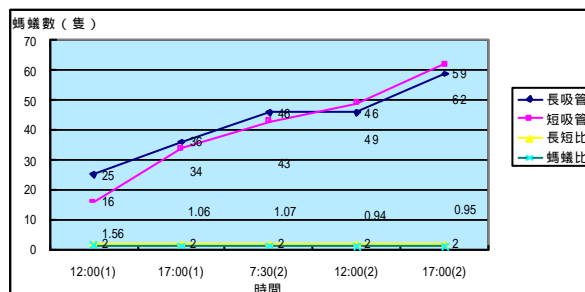
實驗 4-2：用一通道為 30cm、另一通道為 15cm，兩吸管均呈直線狀，兩吸管通道間距 3cm。

(一)、學校花園



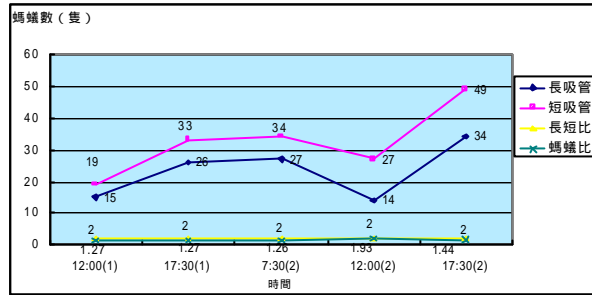
(圖四十：實驗 4-2 用一個 30cm、另一個 15cm 的兩不等長通道，但口徑相同的兩通道。結果 校內花園)

(二)、公園蟻窩旁



(圖四十一：實驗 4-2 用一個 30cm、另一個 15cm 的兩不等長通道，但口徑相同的兩通道。結果 公園蟻窩)

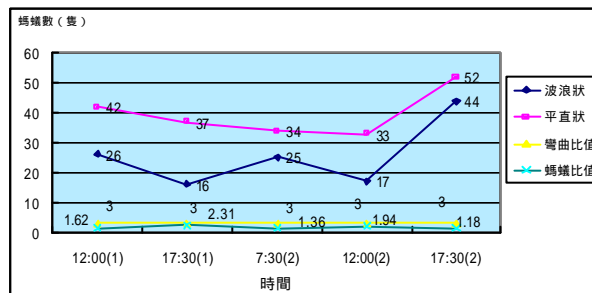
(三)、室內工具箱



(圖四十二：實驗 4-2 用一個 30cm、另一個 15cm 的兩不等長，但口徑相同的兩通道。結果 室內工具箱)

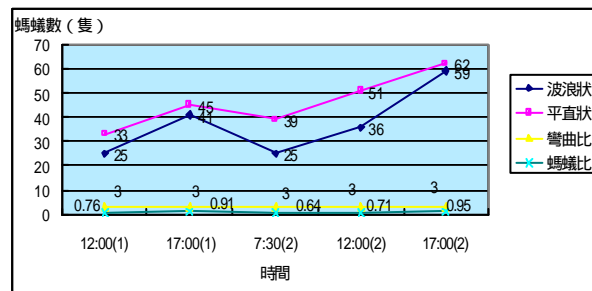
實驗 4-3：用一通道為彎曲、另一通道為直線，兩吸管直線距離均為 31.5cm，兩吸管間距 3cm。

(一)、學校花園



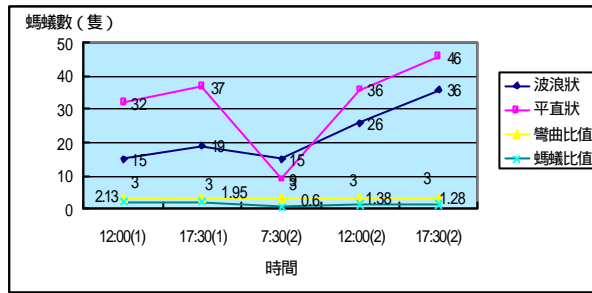
(圖四十三：實驗 4-3 用一個直線、另一個彎曲的兩吸管，開口直線距離等長、吸管開口間等距的兩通道。結果 學校花園)

(二)、公園蟻窩旁



(圖四十四：實驗 4-3 用一個直線、另一個彎曲的兩吸管，開口直線距離等長、吸管開口間等距的兩通道。結果 公園蟻窩)

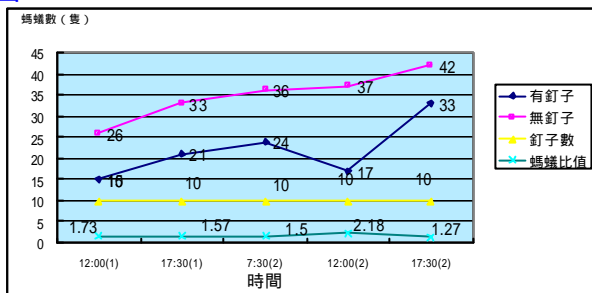
(三)、室內工具箱



(圖四十五：實驗 4-3 用一個直線、另一個彎曲的兩吸管，開口直線距離等長、吸管開口間等距的兩通道。結果 室內工具箱)

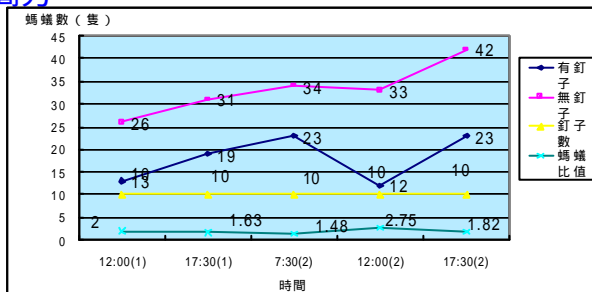
實驗 4-4：用一個直線、另一個訂上 10 跟釘子的直立彎曲狀通道，兩吸管直線距離均為 31.5cm，間距 3cm。

(一)、學校花園



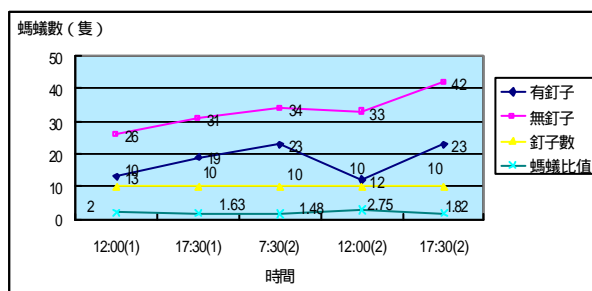
(圖四十六：實驗 4-4 用一個直線、另一個訂上 10 根釘子的直立彎曲狀通道。結果 學校花園)

(二)、公園蟻窩旁



(圖四十七：實驗 4-4 用一個直線、另一個訂上 10 根釘子的直立彎曲狀通道。結果 公園蟻窩)

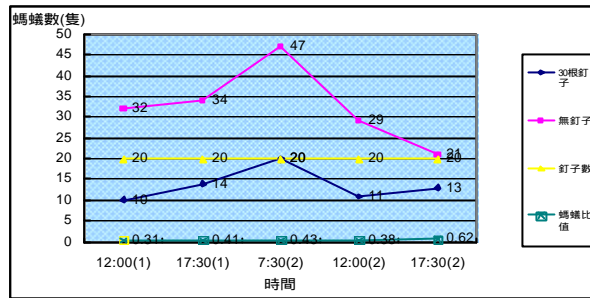
(三)、室內工具箱



(圖四十八：實驗 4-4 用一個直線、另一個訂上 10 根釘子的直立彎曲狀通道。結果 室內工具箱)

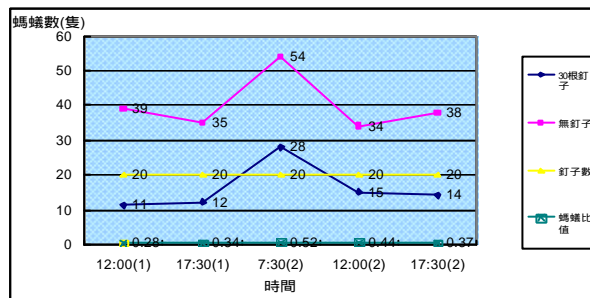
實驗 4-5：用一直線、另一個訂上 20 跟釘子的直立彎曲狀通道，兩吸管直線距離均為 31.5cm，間距 3cm。

(一)、學校花園



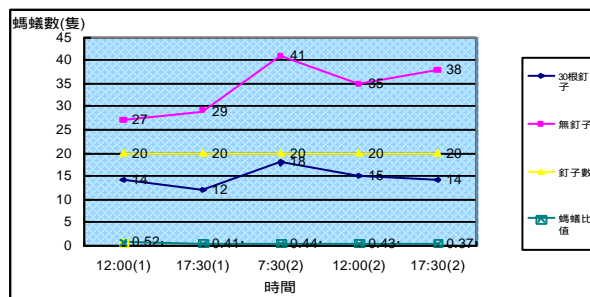
(圖四十九：實驗 4-5 用一個直線、另一個釘上 20 根釘子的直立彎曲狀通道 結果 學校花園)

(二)、公園蟻窩旁



(圖五十：實驗 4-5 用一個直線、另一個釘上 20 根釘子的直立彎曲狀通道 結果 公園蟻窩)

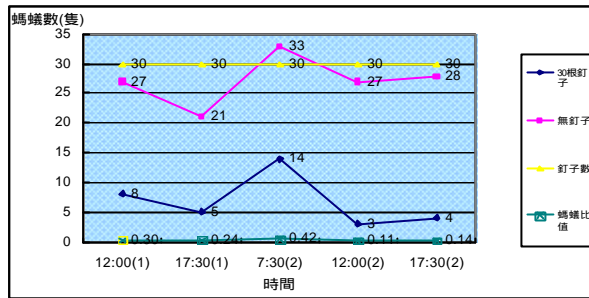
(三)、室內工具箱



(圖五十一：實驗 4-5 用一個直線、另一個釘上 20 根釘子的直立彎曲狀通道 結果 室內工具箱)

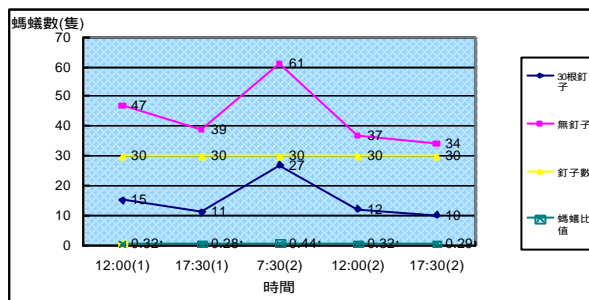
實驗 4-6：用一個直線、另一個釘上 30 根釘子的直立彎曲狀通道，兩吸管直線距離均為 31.5cm，間距均為 3cm。

(一)、校內花園



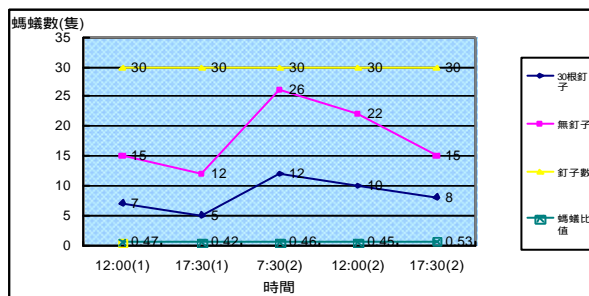
(圖五十二：實驗 4-6 用一個直線、另一個釘上 30 根釘子的直立彎曲狀通道 結果 學校花園)

(二)、公園蟻窩旁



(圖五十三：實驗 4-6 用一個直線、另一個釘上 30 根釘子的直立彎曲狀通道 結果 公園蟻窩)

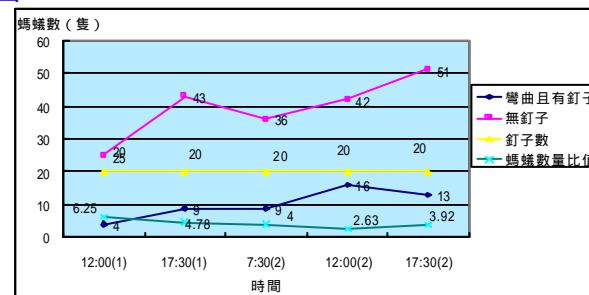
(三)、室內工具箱



(圖五十四：實驗 4-6 用一個直線、另一個釘上 30 根釘子的直立彎曲狀通道 結果 室內工具箱)

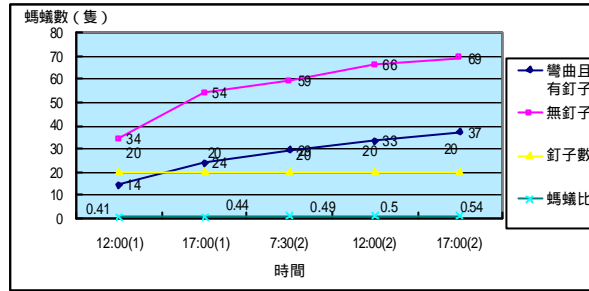
實驗 4-7：用一個彎曲、另一個釘上 20 根釘子的直立彎曲狀通道，兩吸管直線距離均為 31.5cm，間距 3cm。

(一)、校內花園



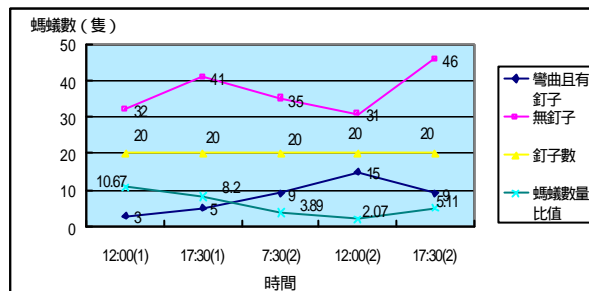
(圖五十五：實驗 4-7 用一個彎曲、另一個釘上 20 根釘子的直立彎曲狀通道。結果 學校花園)

(二)、公園蟻窩旁



(圖五十六：實驗 4-7 用一個彎曲、另一個釘上 20 根釘子的直立彎曲狀通道 結果 公園蟻窩)

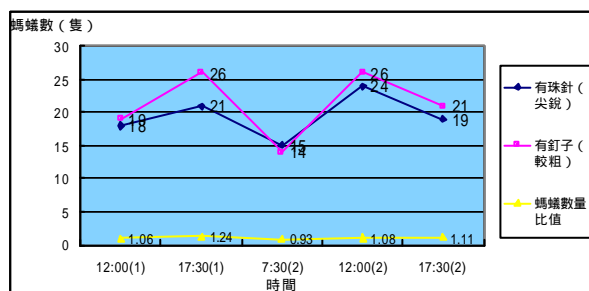
(三)、室內工具箱



(圖五十七：實驗 4-7 用一個彎曲、另一個釘上 20 根釘子的直立彎曲狀通道。 結果 室內工具箱)

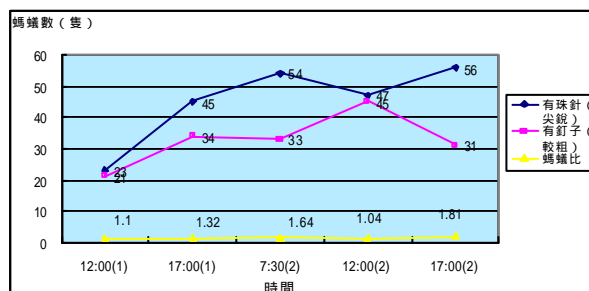
實驗 4-8：用一個釘上 20 根釘子、另一個釘上 20 根珠針的直立彎曲狀通道，兩吸管直線距離均為 31.5cm，間距 3cm。

(一)、校內花園



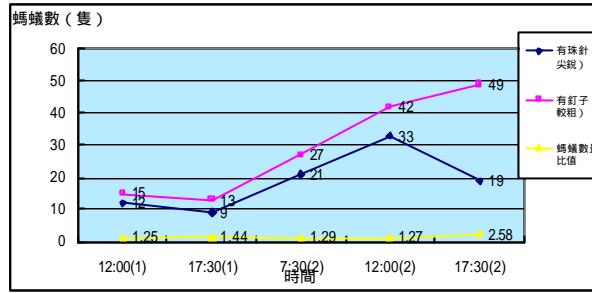
(圖五十八：實驗 4-8 用釘上 20 根釘子和釘上 20 根珠針的直立彎曲狀通道。結果 學校花園)

(二)、公園蟻窩旁



(圖五十九：實驗 4-8 用釘上 20 根釘子和釘上 20 根珠針的直立彎曲狀通道。結果 公園蟻窩)

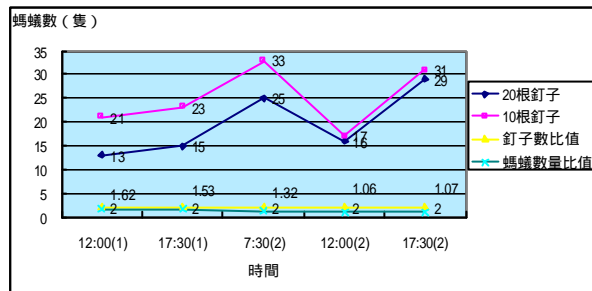
(三)、室內工具箱



(圖六十：實驗 4-8 用釘上 20 根釘子和釘上 20 根珠針的直立彎曲狀通道。結果 室內工具箱)

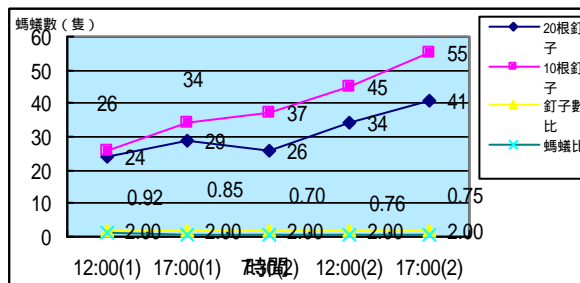
實驗 4-9：用一個釘上 10 根釘子、另一個釘上 20 根釘子的直立彎曲狀通道，兩吸
管直線距離均為 31.5cm，間距 3cm。

(一)、校內花園



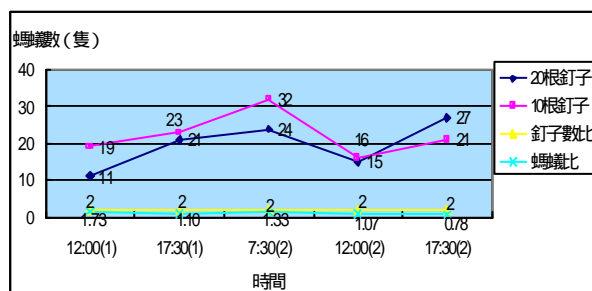
(圖六十一：實驗 4-9 用釘 10 根釘子、釘 20 根釘子的直立彎曲狀通道。結果 學校花園)

(二)、公園蟻窩旁



(圖六十二：實驗 4-9 用釘 10 根釘子、釘 20 根釘子的直立彎曲狀通道。結果 公園蟻窩)

(三)、室內工具箱



(圖六十三：實驗 4-9 分別用釘 10 根釘子、釘 20 根釘子的直立彎曲狀通道
結果 室內工具箱)

- * 由 4-1 到 4-9 的實驗：用不同易達性通道的數據來看，比較容易達到的通道通常有較多螞蟻，但在實驗 4-8 中，使用珠針和使用釘子的兩通道螞蟻數卻沒有明顯差異。

陸、討論

一、數據的討論

(一) 推論

- 1、實驗 1-1~1-3 三地中，可看出不同對比色的通道螞蟻數比值皆接近 1，三地的差異性不大。再配合 2-1~2-3 的數據看：兩條通道相同的情況下，其螞蟻數比值仍各接近 1，可證明顏色並不會影響三種螞蟻的交通量分布。我們也曾參考資料，顯示螞蟻的視覺神經很弱，與實驗結果吻合。
- 2、實驗 2-1~2-3 口徑分別為 3、6、8 mm 的數據及圖表中，可看出螞蟻大致平均分配在兩通道中，三種螞蟻的比值均接近 1，差異極小。可證明螞蟻會在一條通道過於擁擠時，分配牠們的交通量，且大略平均分布。但由實驗 2-4 中，明顯的看出兩通道螞蟻數量差距很大，大部分集中在同一通道內。再配合實驗 1-1 第一、二次的數據，發現螞蟻若能在一個通道內順暢前進，牠們會全部集中在一個通道。
- 3、由實驗 3-1~3-3 中得知大的通道較小的通道有較多螞蟻，但螞蟻數比和吸管截面積比或口徑比，並沒有成一定的比例關係，只是相較於口徑比，螞蟻數比會較接近吸管截面積比。而如果兩通道口徑相差較大，螞蟻數的差也會稍大。
- 4、在實驗 4-1~4-9 中，發現通道較難通達者螞蟻較少。實驗 4-8 的變因是釘子(針)的尖銳度，故採用較尖銳的珠針和較鈍的釘子，但發現因螞蟻重量輕且體積小，故不會造成影響。另外由實驗 4-4~4-6 來看，易達性會影響螞蟻交通量分布，較易達到的有較多的螞蟻。

(二) 誤差值

我們嚼碎的可樂糖雖固定為一顆，但碎掉時顆粒大小和表面積皆不同，且曼陀珠咀嚼的時間和受唾液化學變化程度也不同、這都會影響結果。

(三) 準確性

此次實驗因是長期的觀察，較不易嚴密監控，故我們嘗試把密實袋做得很封閉，螞蟻進入的管道才能在我們的掌控之中。一開始我們想到「隨機」的問題，經思考後決定先觀察三個地點的螞蟻生態，在了解螞蟻的覓食時間和數量多寡後，才選擇了適當的吸管口徑而排除這個擔憂。

二、儀器的製作：

原先我們畫了一張儀器設計圖，構想一個大型水族箱，在裡面放置一個挖來的蟻窩，以壓克力板隔成所要的不同通道，通道外皆填滿水，即螞蟻到食物放置處只能遵循設計的通道。我們到山上找尋蟻窩，但由於是秋、冬天，花了許多時間僅發現三個蟻窩，但皆無法順利取回；另外尋找大型水族箱的工作也不盡順利，才改以現今的儀器來實驗。

三、 放置地點的選擇

我們選擇一個接近蟻窩且乾燥、通風良好的位置，以利螞蟻能聞到對外只有三個開口的食物。但畢竟是秋、冬天，尋找了許多才找到學校的室內和室外及附近公園雜草叢生處的三個蟻窩，適合放置儀器且隱密性高，便同時在這三地進行實驗。

四、 食物(誘餌)的選擇

此次研究需要氣味濃烈的食物才能吸引螞蟻，一開始使用果糖，但發現吸引的螞蟻很少，且有幾隻淹死在果糖裡。老師建議改採用餅乾屑，但效果仍不佳。我們突發奇想，使用咀嚼過的糖果來試驗，居然吸引許多螞蟻，所以才決定以嚼碎的可樂糖和咀嚼過的曼陀珠來實驗。

五、 統計的問題

螞蟻體積小且數量多，且有些在通道內不易統計。原本把螞蟻從兩個通道分別倒出在紙上計算，但螞蟻會亂跑而統計困難。後來我們把兩個通道的螞蟻分別倒到兩個夾鏈袋內並照相統計，但夾鏈袋易反光，我們便使用兩張 B5 紙夾成 45 度角後，再將夾鏈袋放進其間來照相統計而解決此問題。

六、 通道的問題

實驗中需要許多不同的吸管才能順利製作通道。一開始希望全以同一個顏色但不同口徑的吸管來進行，但因蒐集不易而放棄矜持，作實驗看看吸管的顏色是否會影響結果。我們比較了同顏色和不同顏色吸管所實驗的數據，發現差異性不大，並查資料得知螞蟻的視覺神經很弱，才不再蒐集同顏色的吸管。

七、 未來展望

我們發現這實驗裝置很容易吸引大批螞蟻，且牠們不容易再跑出來，很適合當「捕蟻器」。這個不錯的點子，期待日後能再深入研究。

柒、 結論

- 一、 吸管的顏色並**不會**影響三種螞蟻的交通量分布。
- 二、 螞蟻會在一條通道過於擁擠時，調整分配牠們的交通量，而且**大略呈平均分布**。
- 三、 螞蟻若能在一個通道內順暢前進，牠們會全部**集中**在同一個通道。
- 四、 當有兩個粗細不同的通道時，大的通道比小的通道分配到較多螞蟻。螞蟻數比和吸管截面積比或口徑比，並沒有成一定的比例關係，只是相較於口徑比，螞蟻數比會較接近**吸管截面積比**。
- 五、 通道的**易達性**會影響螞蟻的交通量分布，易達性較佳的有較多的螞蟻。

捌、 參考資料：

- 一、 自然與生活科技南一版第二冊 1-1 動物行為(p.6~p.10)
- 二、 牛頓雜誌 2004/7 月號第 251 期 (p.7)
- 三、 作者：法國 Audrey Dussutour 和 Vincent Fourcassie[Mar 04, 2004] 生物：避免交通阻塞的螞蟻 http://www.sciscape.org/news_detail.php?news_id=1403
- 四、 螞蟻介紹 (網頁)
<http://www.lnps.tp.edu.tw/classweb/arthur/501/resource/ant/profile/>

