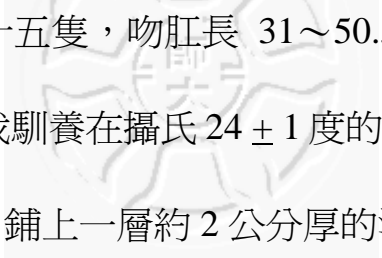


二. 材料：



捕獲的鈍頭蛇共十五隻，吻肛長 31~50.5cm和採集的地點（見附錄一）。採回來的蛇我馴養在攝氏 24 ± 1 度的房間，飼養箱是 20 x 15 x 10cm的塑膠寵物箱，鋪上一層約 2 公分厚的泥沙來保持溼度，每天固定一次噴水，箱子內放置一段已乾枯的樹枝以及可供其躲藏的瓦片，並提供水盆，且在水中添加一點的維他命粉，以維持蛇的健康，每隔 10 天餵食一次，每次餵食 2-3 隻蛞蝓，餵食時間都固定在晚上 6 點至 12 點，並定期測量蛇的體長，吻肛長，尾長及體重（附錄一）。

測試對於獵物氣味的反應強度，使用的種類有山蛞蝓 (*Philomycus fruhstorferi*)、斯文豪氏大蝸牛 (*Nesiohelix swinhoei*)、蘭嶼光澤蝸牛 (*Helicostyla okadai*)、福壽螺 (*Pomacea canaliculata*)、非洲大蝸牛 (*Achatina fulica*)、古龍水和一次水。Cooper 等人 (2003) 指出以古龍水來當非食物性的刺激氣味，濃度的使用必須不會影響到對下一種食物氣味的反應才可，未經稀釋或稀釋不足的古龍水對於某些種類的化學感受系統可能會造成干擾與影響，但濃度過低時將失去非食物性的氣味刺激意義，而以前使用的稀釋濃度大多古龍水比水為 1：2 或 1：3，這樣的濃度比例也許會對行為造成影響，但沒有人對這方面進一步研究。故他在研究中提出巴里利亞壁蜥 (*Podarcis lilfordi*)，在未稀釋的古龍水和古龍水與水的比例為 1：3 時，四分之

一的蜥蜴仍會受到輕微的干擾影響，當稀釋至古龍水與水的比例為 1：9 時，該蜥蜴就沒有受到干擾的狀況。本實驗使用古龍水與水的比例為 1：3 的濃度，在先前測試中發現到會攻擊食物氣味棉花棒的蛇，在測試這種濃度的古龍水之後，仍然會攻擊帶有食物氣味的棉花棒，顯示測試古龍水氣味之後，接著進行其他食物氣味時，古龍水並沒有顯著的影響蛇，因此以該濃度使用於本實驗中。一般的水含有較高的離子或其他的雜質，經過逆滲透膜一次的過濾後，使水中的離子量及雜質降低許多，減少水中物質對蛇造成的影響，因此實驗採取一次水來當無氣味的控制組。

測試追蹤痕跡的裝置設計是參考Lavin-Murico等人（1993）所使用的Y型管，再加以修改，使它適合測試鈍頭蛇；利用不透明材質的壓克力製成的Y型槽（圖一），其高為 25 公分，寬為 10 公分，基部長為 40 公分，兩臂的長各為 30 公分，兩臂的夾角為 90 度，頂部漏空，而底部則鋪上一層防水紙，在每次測試時都使用新的防水紙，實驗後兩壁以酒精溶液分別清理擦拭，以防止氣味殘留對實驗造成干擾。並且在基部中點、分差點及離末端 10 公分地方裝有紅外線感應器，感應器再連接到會發亮的二極體，在完全黑暗的環境測試時，蛇若經過該感應器將阻斷感應，使得二極體燈光亮起，以便我們知道牠的位置以及實驗是否結束。測試前將蛇放置於 15 x 10 x 15 公分的不透明盒

中，此盒子剛好可以接住Y型槽基部的開口，只要拉開盒子閘門，蛇便可以爬入Y型槽內（圖一）。另外，在有光照的實驗中，在Y型槽的上方放置Y型壓克力條，在壓克力條基部 16 及 32 公分處，及離兩臂的末端 20 公分處裝置有小燈泡，以提供適當的光源亮度，Y型槽底部的照度為 1~2 lux，這樣的亮度相當於野外滿月時的亮度。塗抹痕跡的山蛞蝓是提取自同一區域，長度為 4 ± 1 公分，使用鑷子輕夾蛞蝓後以角度 45 度在防水紙上拖曳痕跡，每次盡量用相同力道與角度拖曳以減低因人為操作而造成的實驗誤差。

在空曠環境的追蹤實驗是在無阻隔的平台進行測試，環境溫度為 24 ± 1 °C，裝置平台的設計總長為 120 公分、寬為 90 公分及高 25 公分，在平台的 30 公分處視為起始端，以 25 公分高的保力龍將範圍隔起來並留 10 公分通道，此通道為放置鈍頭蛇的不透明盒子之用（圖二），盒子與起始線間亦有隔板隔離，在另一端的 20 公分處訂為終點線，由起始線至終止線的長度為 70 公分，平台中間為空曠的範圍，裝置上方有光源 1-2 lux 的照明，平台底層鋪上一層牛皮紙，並在實驗的氣味痕跡範圍中多加上同色的防水紙（10 公分寬），每次做完即更換所有鋪設的紙，遇上接近鈍頭蛇蛻皮的時候，則等到蛇蛻完皮再進行實驗。

三.方法：

(1)飢餓程度的掌控

此前置實驗的目的在於，經由特定食物量供給下，經過若干時日後，每一條蛇都有一定的飢餓程度，以摒除不餓的變因而導致實驗的負面結果。

鈍頭蛇在一般馴養狀態，每隔 10 天餵食 2-3 隻蛞蝓，然後在欲測試飢餓程度時分別以佔鈍頭蛇體重 10%或 5%的雙線蛞蝓一隻，餵食測試的鈍頭蛇，在間隔 10 天、5 天、3 天、2 天和 1 天之後再供給同樣比例的食物，如果供給的食物在 1 小時內便被攝食則定義為飢餓，否則將食物移除，並記錄為不飢餓，由此測試我們可以知道，在何種餵食量下，經過多少天後，台灣鈍頭蛇一定會在很短的時間內捕食，實驗前經過這樣的處理後，便能確定牠們是飢餓的情況。在 2003 年 7 月至 2004 月 12 月陸續採集 15 隻鈍頭蛇進行測試。

(2)對於食物氣味的反應強度

棉花棒測試法是一種常用於測試有鱗類，能夠快速得知掠食者對於獵物氣味的反應方法 (Cooper, 1998)，因此我們參考該方法進行實驗操作，而計算則採取 Cooper 和 Burghardt 在 1990 年所提”蛇信擺動/攻擊量化公式” (tongue-flick/attack score or TFAS) 來計算台灣鈍頭

蛇對於一些不同氣味的反應強度，測試的氣味種類包含山蛭蝮、斯文豪氏大蝸牛、蘭嶼光澤蝸牛、福壽螺、非洲大蝸牛、古龍水和一次水。

蝸牛的氣味包含背部與腹部部位黏液，而蛭蝮則採取背部黏液來測試，用 15 公分的棉花棒沾上欲測試的黏液，然後放到鈍頭蛇的面前約 2 公分處，從牠開始吐蛇信時計算在一分鐘內的吐信次數，以及在一分鐘內是否有攻擊，若有攻擊棉花棒則表示其反應較強，紀錄從吐信開始到發動攻擊之間的秒數 (t)，蛇吐出舌頭上下擺動一次視為吐信一次；沒有攻擊時，紀錄一分鐘內的吐信次數。該次試驗的蛇之中，沒有攻擊且吐信數最大的數值視為基本得分 (base unit ; Bu)。反應強度指標 (R) 的計算分為無攻擊 (Rn) 與有攻擊 (Ra) 兩種：

$$Rn = \text{蛇信次數} / \text{分鐘}$$

$$Ra = (60 - t) + Bu$$

在 2003 年 9 月至 10 月共測試鈍頭蛇 10 隻。房間溫度控制在 24-27 度之間，並且裝有小型抽風扇使空氣保持流通，為避免人為干擾，實驗人員躲在挖有 15 x 6 公分開口的黑色塑膠布後面觀察，再移去飼養箱內的其他物體，讓蛇經過 30 分鐘的適應後開始進行試驗，小心伸入棉花棒，另外利用 DV 攝影機 (SONY TRV-900) 記錄蛇信的擺動次數，在一分鐘內若蛇信擺動因角度問題被擋住的話，則扣除被擋住的時間，之後將蛇信數除以剩餘的時間，再乘上 60，把時間單位換

算為一分鐘，便可計算出在一分鐘內的蛇信擺動次數，即蛇信擺動數 = 實際觀察蛇信數（有數到的蛇信數）/ 實際觀察的秒數（將 60 秒扣去被擋住而無觀察到的秒數）x 60，並使用 DV 錄影機慢動作功能來計算蛇信次數；重複測試每種氣味每隻蛇各 3 次，最後結果以平均值來進行 One factor repeated measure ANOVA 統計檢測，如果資料沒有符合常態分佈，則將資料經 log 轉型後再統計運算，使用的統計軟體為 JMP（SAS, Ince.）。

(3) Y 型槽的黏液痕跡追蹤

利用 Y 型槽進行試驗，先將蛇置於不透明的盒中 5 分鐘，讓其適應穩定後再打開閘門讓蛇進行搜索，黏液痕跡畫在 Y 型槽通道的中間，從基部延伸至兩分叉槽中的任何一邊端點，每次隨機決定黏液延伸至左邊或右邊的槽，進行的時間為 20 分鐘，若是超過 20 分鐘仍未達到終點，如未出來、爬一半、爬出裝置或是折返等，則視為未爬完全程，若是蛇順利到達兩端的其中一終點則視為有爬完全程，結果則以有爬完全程的資料來比較（Lavin-Murcio *et al.*, 1993; Lavin-Murcio & Kardong, 1995）。

在進行 Y 型槽實驗前，先測試鈍頭蛇是否對 Y 型槽有偏向某一邊的情況，在黑暗中每隻蛇測試 20 次，以有走完全程的百分比資料

進行比較，因統計的資料是採取有母數分析且資料為百分比時，資料經過 Arcsin 轉型後才計算，以樣本平均值與 50% 比較。

這個實驗分成兩部分來做，一是在微光的環境（光度為 1~2 Lux），第二則是在完全黑暗的環境下，希望藉以知道鈍頭蛇是否主要利用化學搜索，亦或是視覺也會參與幫助。我測試蛞蝓黏液（爬行所留下痕跡）和一次水所畫的痕跡 2 種味道；利用紅外線感受器所連接的二極體發光與否來判定蛇的位置，終點的二極體若是發光或是超過時間，代表該次測試結束。即使在完全黑暗的狀況中，也可以由此準確判斷蛇的位置。

在 2003 年 7 月至 2004 年 12 月陸續採集 15 隻鈍頭蛇進行測試。為避免人的因素干擾，所有的測試皆是在蛇看不到人的情況下所做，測試的空間在裝有空調且可以達到完全黑暗的房間，溫度維持在 24-25 °C，每次實驗皆更換底部的防水紙，Y 型槽的兩壁在每次實驗後皆使用酒精溶液擦拭，一隻蛇一天只進行一次氣味實驗，進行順序採隨機方式，每隻蛇在每種氣味實驗次數共 10 次，氣味方向為左右各 5 次以抽籤決定順序，最後以百分比表示，因統計的資料是採取有母數分析且資料為百分比時，資料經過 Arcsin 轉型後才計算，因要瞭解追蹤痕跡的比例是否為非隨機的選擇，因此先以樣本平均值與 50% 比較，最後結果進行 Two factor repeated measure ANOVA 統計檢

測；以 Cochran Q test 統計檢測，以釐清鈍頭蛇是否會因為各次重複測試而導致追蹤成功率改變；使用的統計軟體為 JMP (SAS, Ince.)。

(4)在空曠環境的黏液痕跡追蹤

此實驗在無阻隔的平台進行測試，瞭解在空曠的環境中，鈍頭蛇對於氣味痕跡是否仍然具有顯著的追蹤行為，實驗分成 3 部分進行。

1.直線痕跡

在 2004 年 9 月至 10 月共測試鈍頭蛇 10 隻。直線的測試，中間鋪上 10 公分寬，長 100 公分的防水紙，在防水紙中間畫上 1 公分寬的蜆蟪腹部黏液和一次水痕跡，由盒子出口畫至終點線。實驗進行前先讓蛇待在盒子 5 分鐘後拉開閘門進行實驗，實驗時間為 20 分鐘，在實驗時間 20 分鐘內，若是蛇走到終點並且頭部保持在防水紙內的 10 公分範圍內，或頭部沿痕跡行走達 65 公分的距離以上則視為追蹤，倘若超過時間未達終點或在防水紙 10 公分範圍內行走未達 65 公分者則視為沒有追蹤，若蛇沒有出來的話則不算，每隻蛇僅測試一次，以 McNemar change test 統計，因服從自由度為一的卡方分布，故使用葉氏連續性矯正公式矯正結果。

2.歪型痕跡

在 2004 年 9 月至 10 月共測試鈍頭蛇 10 隻。此裝置與直線部份

大致相同，不同處在黏液的痕跡為起始端歪向 Y 型的任意一端而非一直線，此部份參考 Y 型槽的實驗設計，但不同的是此實驗在開闊的環境，底部鋪上 Y 型防水紙，基部的長度從隔板之後起算 40 公分，兩邊的終點長 25 公分，總長為 65 公分，黏液痕跡由基部畫出至兩邊的任意一邊，隨機決定黏液的方向。在時間 20 分鐘內且走對方向，蛇若是有走到終點並且頭部保持在防水紙內的 10 公分範圍，或只要在痕跡範圍內行走達距離 60 公分以上則視為有追蹤，若超過時間，未達終點或在防水紙內的 10 公分範圍行走未達 65 公分者則視為未追蹤，若蛇沒有出來的話則不算，每隻蛇僅測試一次，以 McNemar change test 統計，因服從自由度為一的卡方分布，故使用葉氏連續性矯正公式矯正結果。

3.不同部位下測試不同時間間距的痕跡

在 2004 年 10 月至 12 月共測試鈍頭蛇 8 隻。本實驗以第一部分的結果為基礎，進一步探討蛞蝓的黏液在放置不同的時間間距後鈍頭蛇的追蹤正確率是否會受到影響，本實驗除了原先的腹部黏液和一次水外，並增加蛞蝓背部黏液以瞭解不同部位的黏液經相同時間後，鈍頭蛇尚能正確追蹤的比例是否不同。實驗設計是採用第一部分直線痕跡的測試方法，塗抹的材料為蛞蝓背部黏液、腹部黏液和一次水，追

蹤的痕跡可分為新鮮塗抹的痕跡(塗抹 1 分鐘內即進行實驗)與塗抹後放置通風處 (溼度 50 ± 10 , 溫度 20 ± 2 °C) 15 分鐘與 30 分鐘後的痕跡, 每隻蛇僅測試一次, 以Cochran Q test統計, 若有顯著差異者則另進行組間比較。