

屏東縣第 66 屆國中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：生物科

組 別：國中組

作品名稱：低熱量 V.S 高熱量，螞蟻會分辨？

關鍵詞：人工代糖、日本弓背蟻、制約學習

編號：B4016

摘要

本研究旨在探討日本弓背蟻能否分辨高熱量天然糖與低熱量人工代糖，並測試其制約學習與記憶能力。發現螞蟻明顯偏好高濃度的糖液，螞蟻能敏銳區分天然糖與代糖，對天然糖具壓倒性偏好，不會單純被代糖的甜味所欺騙。

研究先讓螞蟻建立「粗糙路徑＝有天然糖」的制約記憶。隨後將路徑互換且食物掉包（記憶欺騙），發現多數螞蟻仍受既有的觸覺記憶引導，優先走上粗糙路徑。結論指出，螞蟻雖具備辨識天然糖與代糖的能力，但其覓食策略高度依賴環境的觸覺記憶；在短期內，歷史路徑記憶的影響力甚至會超越當下的嗅覺與味覺判斷。

壹、前言

一、研究動機

隨著健康意識抬頭與食品工業的改變，市面上越來越多甜點與飲料為了降低成本或追求低熱量，改用人工代糖來取代傳統的高熱量天然糖。然而，代糖不僅對人體健康存在潛在疑慮，對生態系中的微小昆蟲（如螞蟻）也可能造成深遠的影響。

螞蟻主要依靠糖類獲取生存所需的熱量，若牠們受代糖的甜味吸引而長期攝取這類「零熱量」的食物，恐將因熱量攝取不足而危及生存。這引發了我們的強烈好奇：螞蟻具有分辨天然糖與代糖的能力嗎？隨著時間推移，蟻群是否能學習並「無視」代糖的氣味誘惑？因此，本研究欲探討螞蟻對高熱量天然糖與低熱量代糖的辨識能力，以及牠們是否能透過學習機制（如味道、熱量反饋或觸覺記憶）來區分兩者。

二、研究目的

探討不同濃度與型態的糖液（1:10、2:10、5:10）對螞蟻覓食喜好的影響。測試螞蟻是否能單憑氣味或味覺，分辨出低熱量代糖與高熱量天然糖。驗證螞蟻是否具備觸覺記憶能力，並觀察當「食物記憶」被替換（記憶欺騙）時的行為反應。

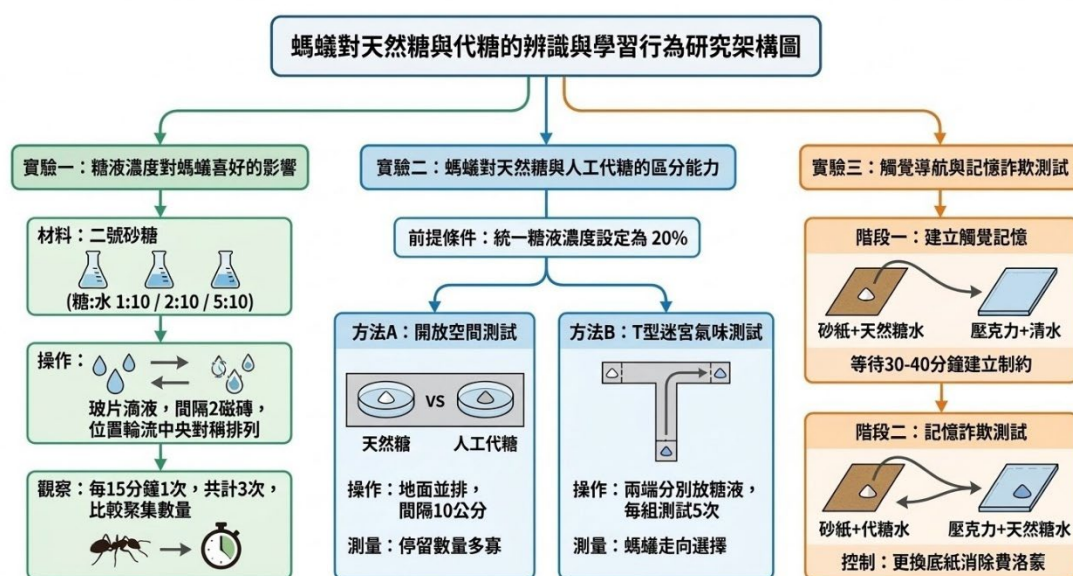
貳、研究設備及器材。

表一、研究設備表

		
玻片	滴管	培養皿
		
量筒	二號砂糖	糖蜜素
		
赤藻糖醇	海藻糖	阿斯巴甜

參、研究過程或方法

- 實驗一：糖液濃度對螞蟻喜好的影響 選定二號砂糖，分別調配糖水質量比 1:10、2:10 與 5:10 的糖液。使用滴管將不同濃度的糖液滴於載玻片上，各樣本間隔兩個磁磚寬度。為了避免螞蟻行經路線造成誤差，將不同濃度的溶液輪流放置於中央。每 15 分鐘觀察記錄一次，共計三次，比較螞蟻的聚集數量。
- 實驗二：螞蟻對天然糖與人工代糖的區分能力 為求變因統一，所有糖液濃度皆設定為 20%（配合溶解度最低的糖類）。開放空間測試：將天然糖與人工代糖並排置於地面，間隔 10 公分，測試螞蟻在無干擾下的自然選擇。T 型迷宮氣味測試：將兩種糖液分別放入 T 型迷宮兩端，每組測試 5 次，觀察螞蟻單靠揮發性氣味的選擇。
- 實驗三：觸覺導航與記憶詐欺測試 建立觸覺記憶：在蟻穴旁鋪設「砂紙跑道」（盡頭放天然糖水）與「壓克力跑道」（盡頭放清水）。等待 30-40 分鐘，讓螞蟻建立「走粗糙路面＝有糖吃」的制約記憶。記憶詐欺測試：將兩條跑道位置互換以排除方位記憶。在「砂紙跑道」盡頭改放代糖水，在「壓克力跑道」盡頭改放天然糖水。觀察螞蟻是否會因認得粗糙觸感而優先走上砂紙跑道，以及發現食物被替換後的反應。每次測試間需更換底紙以消除費洛蒙影響。



圖一、實驗架構圖

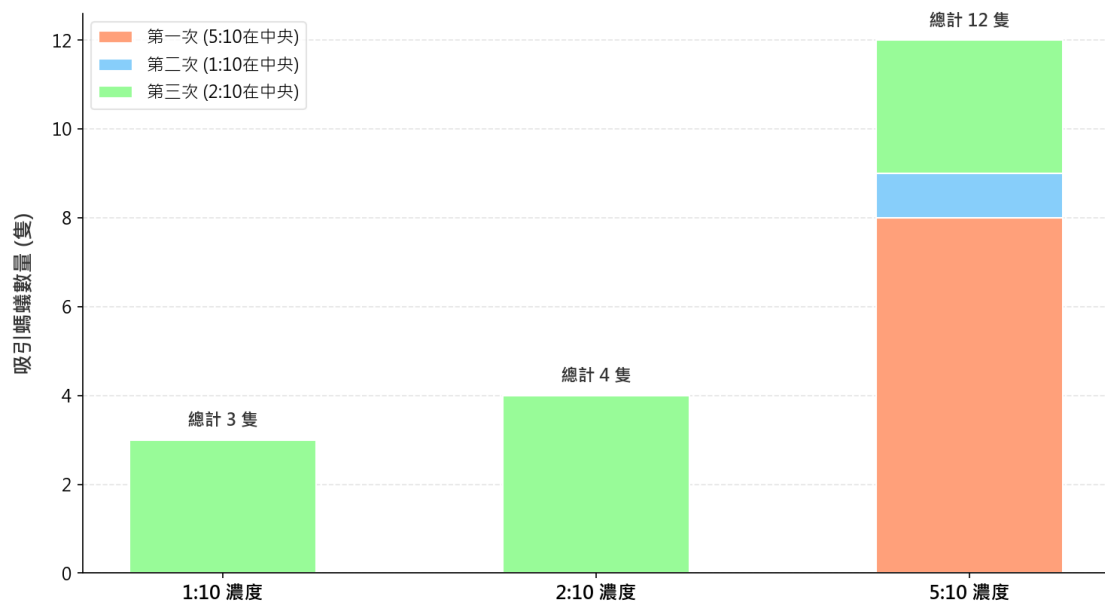
肆、研究結果

實驗一（糖液濃度喜好）結果顯示，日本弓背蟻明顯偏好高濃度的糖液。三次觀察下來，5:10 濃度的糖液共吸引了 12 隻螞蟻，遠高於 2:10 的 4 隻與 1:10 的 3 隻。我們也發現，將糖液放置於螞蟻既有行經路線的中間，會顯著影響採集機率。此外，在培養皿中也意外觀察到其他品種螞蟻的參與，顯示不同蟻種可能有不同偏好。

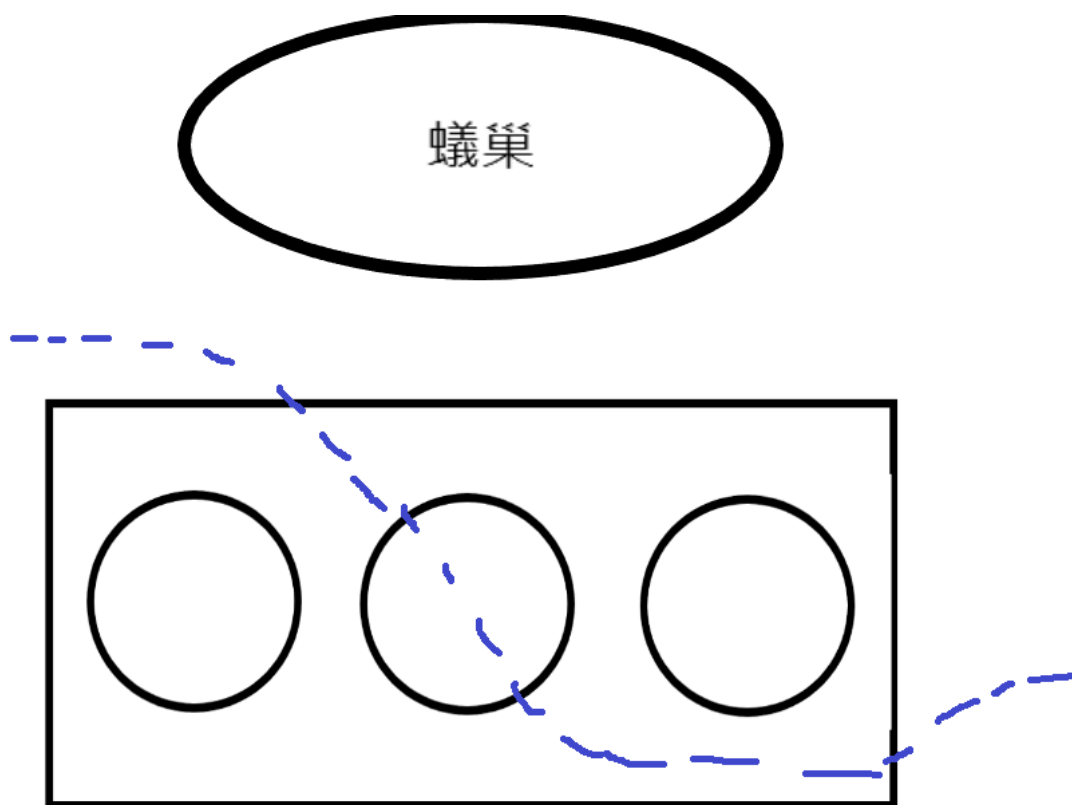
表二、實驗一紀錄表

	1:10	2:10	5:10
第一次結果 5:10 在中間	0 隻	0 隻	8 隻
第二次結果 1:10 在中間	0 隻	0 隻	1 隻
第三次結果 2:10 在中間	3 隻	4 隻	3 隻
總計	3 隻	4 隻	12 隻
培養皿螞蟻數量(三次後)	12 隻	26 隻	11 隻

不同糖液濃度對螞蟻喜好之影響



圖二、不同溶液濃度之影響記錄圖



圖三、螞蟻路線圖

實驗二研究螞蟻對於兩種糖類的區分，測試單純靠揮發性氣味，螞蟻是否能分辨天然糖與人工代糖。

表二、天然糖與人工代糖對螞蟻的影響數量統計

	赤藻糖醇	二號砂糖	海藻糖	糖蜜素	阿斯巴甜
第一次	0	1	2	0	0
第二次	1	4	2	2	0
第三次	0	1	0	0	0

螞蟻對天然糖表現出壓倒性的偏好。在三次測試中，二號砂糖共吸引 6 隻螞蟻，海藻糖吸引 4 隻；反觀人工代糖，糖蜜素僅 2 隻，赤藻糖醇 1 隻，阿斯巴甜則完全沒有螞蟻靠近（0 隻）。

實驗三觀察螞蟻是否會利用記憶來分辨哪裡有好吃的。

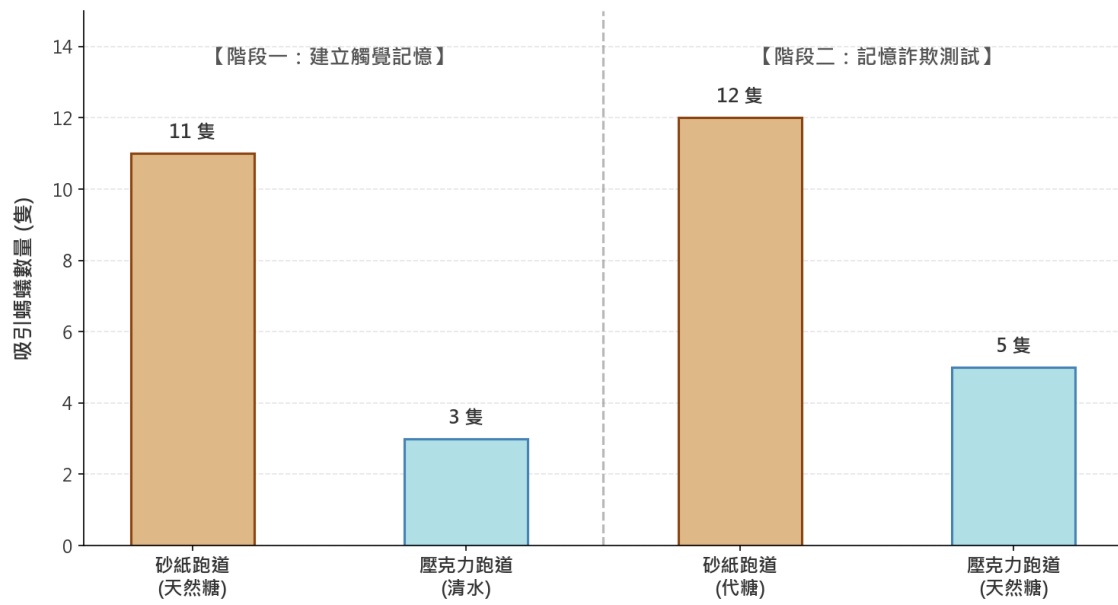
表三、為螞蟻建立觸覺記憶紀錄

	砂紙跑道(天然糖)	壓克力跑道(清水)
研究結果	11	3

表四、記憶詐欺測試紀錄

	砂紙跑道(代糖)	壓克力跑道(天然糖)
研究結果	12	5

螞蟻觸覺導航與記憶詐欺測試結果



圖四、比較換了食物後記憶的引響

伍、討論

一、 螞蟻對糖液濃度的偏好與覓食策略

由實驗一的結果可知，日本弓背蟻對於糖液濃度有明顯的選擇性，高度偏好 5:10 的高濃度糖水（三次總計 12 隻）。這符合自然界中生物追求「最高能量投資報酬率」的覓食策略；濃度越高的糖液，能讓工蟻在單次搬運中獲取最多的熱量。此外，實驗過程中我們發現「樣本放置位置」會受到螞蟻既有行經路線的干擾。這印證了螞蟻高度依賴費洛蒙建立覓食軌跡的特性，因此將測試樣本輪流置中是確保實驗準確性的必要控制變因。

二、 螞蟻具備精準的「熱量」辨識能力，而非僅受「甜味」吸引

人類使用人工代糖是因為其化學結構能欺騙人類味蕾產生甜味，卻不具備高熱量。但在實驗二中，天然糖（二號砂糖、海藻糖）的吸引力遠大於人工代糖（赤藻糖醇、糖蜜素、阿斯巴甜）。其中，阿斯巴甜甚至完全無法吸引螞蟻（0 隻）。這項結果強烈暗示，螞蟻的化學受器（觸角與口器）並沒有被代糖的「假甜味」欺騙，牠們的感官在演化上可能是針對能提供實際熱量與特定分子結構的「天然碳水化合物」進行偵測。

三、 觸覺與空間記憶的制約，凌駕於短期的嗅覺判斷

實驗三的「記憶詐欺測試」是本研究最核心的發現。在建立記憶階段，螞蟻成功將「粗糙的砂紙」與「高熱量天然糖」產生制約連結。

然而，在將跑道互換且食物掉包後，我們發現驚人的現象：高達 12 隻螞蟻依然選擇走上終點已被換成代糖的「砂紙跑道」，僅有 5 隻走向有天然糖的「壓克力跑道」。這說明了在短時間的覓食決策中，螞蟻的「觸覺與路徑記憶」優先層級超越了當下的嗅/味覺判斷。在自然環境中，遵循已經探勘過、確認安全的舊路徑，通常比重新探索更有效率；但這個演化優勢，卻也讓牠們在面對環境突變（如食物被人類替換為無熱量代糖）時，容易受到「記憶欺騙」，導致白費力氣搬運無效食物。

陸、結論

綜合以上實驗觀察與數據分析，本研究得出以下三點結論：糖液濃度偏好：日本弓背蟻在覓食時，具有尋求高能量回報的本能，對於質量比 5:10 的高濃度糖液展現出最高的偏好度。天然糖與代糖的辨識力：螞蟻具備分辨天然糖與人工代糖的能力。牠們能精準識別出高熱量的天然糖類，不會單純被人工代糖（如阿斯巴甜）的甜味分子所欺騙與吸引。觸覺導航與記憶欺騙效應：螞蟻具有極佳的觸覺學習與制約記憶能力。一旦螞蟻將特定路徑觸感（如粗糙表面）與優質食物建立記憶連結，即使食物來源被替換為無熱量的代糖，蟻群仍會受歷史記憶引導而發生「記憶欺騙」現象，優先選擇熟悉的路徑。這顯示環境地形與觸覺記憶在螞蟻的覓食決策中扮演著極具主導性的角色。

柒、參考資料及其他

1. 日本弓背蟻

[https://zh.wikipedia.org/zh-](https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%97%A5%E6%9C%AC%E5%BC%93%E8%83%8C%E8%9F%BB)

[tw/%E6%97%A5%E6%9C%AC%E5%BC%93%E8%83%8C%E8%9F%BB](https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%97%A5%E6%9C%AC%E5%BC%93%E8%83%8C%E8%9F%BB)

2. 李昱鋒、李宏仁、楊凱軒、林奕宏、鄒宥岑（2024）。蟻束光陰〔參展作品〕。中華民國第64屆中小學科學展覽會，臺南市，臺灣。

[https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/64/pdf/NPHSF2024-](https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/64/pdf/NPHSF2024-080312.pdf?0.5700555501971394)

[080312.pdf?0.5700555501971394](https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/64/pdf/NPHSF2024-080312.pdf?0.5700555501971394)