

螞蟻 (Pheidole Sp)

傳遞移屍行爲之觀察

高中組生物第一名

省立楊梅高中

作者：陳順興·吳火彬
楊興華

指導老師：徐 瑞 雲

一、前言：

人的特性之一就是對周遭產生好奇，觀察能滿足好奇，而人所想做的不只是單純的觀感，進一步想要去了解其原因所在。好奇使我們克服困難，親自從事實驗觀察工作。原為興趣的觀察，導致一連串的實驗研究是我們始料所不及的。

實驗始於 65 年 11 月，首先進行“觀察前準備工作”→收集資料，製造人工蟻巢。一來資料有限，二來螞蟻對人工蟻巢有排斥現象，為此我們摸索三個月，累積蟻種凍死、乾死、熱死、淹死的經驗，再請教洪章夫先生（科學月刊專文：螞蟻的世界(一)~(五)作者），經他熱心越洋指導，鑑定蟻種，六十六年四月底總算解決初步飼養問題。接著進行一連串光源，覓食道上遺留味跡的夜間實驗（利用暗室），以後的實驗就取垂直光源以便觀察。長期飼養結果發現這個有趣的問題——搬運屍體，堆積成公墓。於是我們著手在嚴格條件控制下從事移屍的實驗和實地觀察，並試圖就傳遞移屍行爲的化學語言作進一步探討。行爲的研究非常複雜，是一種判斷力和綜合分析及耐心的考驗，此次實驗探討獲益良多。



長期飼養形成公墓

二、動 機：

每逢雨後校園各角落總是分佈無數的「蟻巢」火山口，這時只見工蟻忙著修補住所，將挖出來的土堆到巢外。爲了想了解整個蟻城的生活情形，我們選擇 *Pheidole* sp. 親自飼養，經二個月耐心的觀察發現這種螞蟻有一種非常社會化的行爲—搬運屍體堆積成公墓。到底是什麼魔力導引，產生這種類似人類移屍的行爲？一直困惑著我們，所以決定著手針對這個問題深入探討，希望能找出答案來。

三、實驗材料：

儀器——紅外線分析儀、分液漏斗、電氣定溫熱水器、溫度計、放大鏡、錐形瓶、電源裝置

藥品材料：

稀碳酸鈉 (Na_2CO_3) 乙 醚 白 蟻

稀鹽酸 (HCl)	丙酮	碼錶
四氯化碳 (CCl ₄)	濾紙	蒸餾水
油酸 (Oleic acid)	石膏	澡盆

四、蟻城的觀察：

(一)觀察前準備工作：

- 1 製作人工蟻巢。
- 2 挖掘蟻種，使螞蟻喬遷新居

雨後一、二天內是挖螞蟻最理想的時候，找到蟻窩後先將澡盆內沿上半部塗上一薄層爽身粉，然後很快的把螞蟻連土一起鏟進澡盆。挖回來之後，先靜置一、二天使他們安定下來。然後慢慢移去上方乾燥的泥土，把泥土連螞蟻堆在澡盆一邊，騰出空間來安置一個人工蟻巢。這個人工蟻巢上有紅色壓克力可遮住光線，又不斷保持相當濕度，當螞蟻藏身的泥土漸漸乾燥難以容身時，螞蟻就會自動遷入巢內。

- 3 影響螞蟻移屍行為的因素有：光源、溫度……等，因此實驗時採取下列條件控制：(1)固定光源。(2)飼養區維持 15℃ 以上。(3)試測物一律放在距巢口 3~5 cm 處，且穿梭此處的螞蟻數約十隻左右。這些在討論解釋時應予注意。

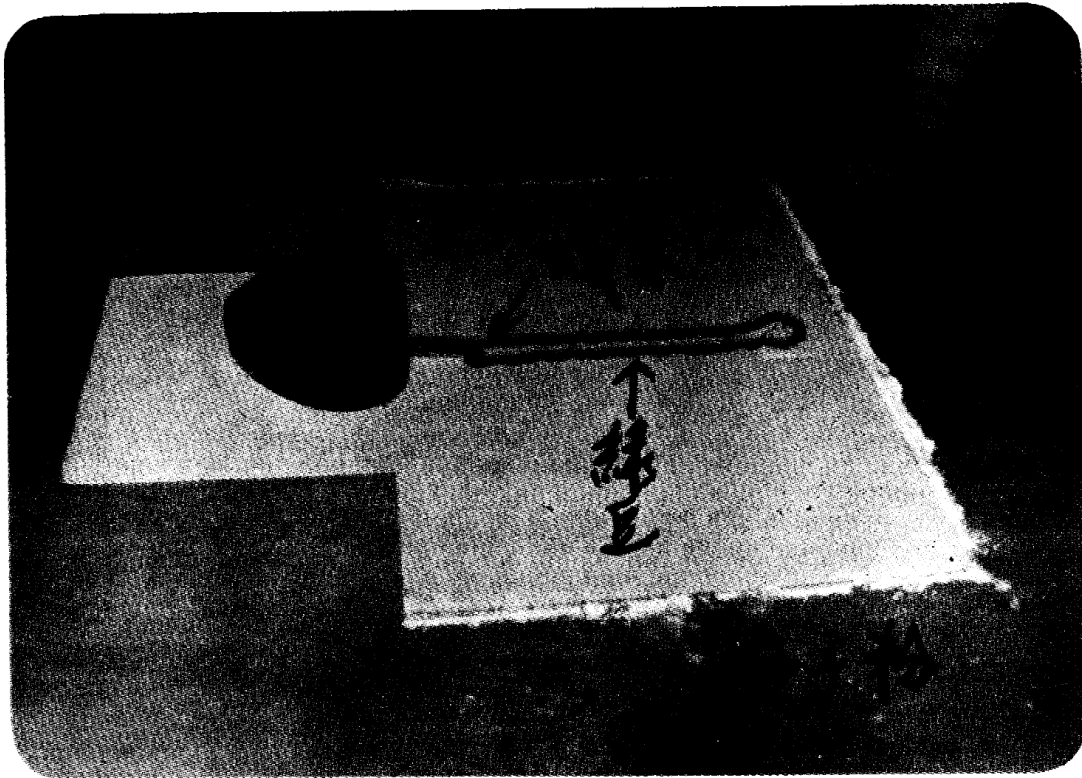
(二)人工蟻巢內觀察：

- 1 一隻工蟻倘遇著一蟻屍，必先以觸角不斷的探測對方，確定後隨即撿起開始搬運，若是一個剛建立的人工新巢，它們帶著蟻屍沿巢壁或飼養區往返若干次，持續數分鐘之久，最後找個地方隨地棄置，至於公墓的形成約需二個星期光景。
- 2 有些原已在公墓內的蟻屍也可能再度被撿起，重複 1 的行為再放回公墓。

(三)野外觀察：

我們挖掘蟻種時發現野外的螞蟻也有移屍行為，而且沿著地道可發現一小型剩餘物堆積處，裡面含有廢物和少許蟻身碎屍。

五、實驗步驟與結果：



遺留味蹟實驗設計

(一)它們會分辨活蟻、蛹、幼蟲和蟻屍？

- 1 取一已飢餓 3 ~ 4 天的小型蟻巢，裝置如圖十一。
- 2 蓋玻片上放一滴蜂蜜溶液沿著 $EP' \rightarrow EP'' \rightarrow \dots \rightarrow EP$ 移動到 P 處。先讓其往返 EP 間 30 分鐘。
- 3 P 改放蛹、幼蟲和蟻屍各五隻，觀察搬回巢否？重複試驗六次，記錄如表(一)。
- 4 野外實驗——P 改放蟻巢口，記錄如表(二)。

結果：

表(一)：每五隻一組重複六次，總計 30 隻的統計數據 5 表示 5 隻試測物中被搬回巢的個數。

溫度：15℃ 以上。

		實驗次數						搬回巢個數總計
		一	二	三	四	五	六	
實驗室	蛹	5	5	5	5	5	5	30
	幼蟲	5	5	5	5	5	5	30
	蟻屍	0	0	0	0	0	0	0

表(一)

		實驗次數						搬回巢個數總計
		一	二	三	四	五	六	
野外	蛹	5	5	5	5	5	5	30
	幼蟲	5	5	5	5	5	5	30
	蟻屍	0	0	0	0	0	0	0

由表(一)、表(二)知螞蟻會分辨蟻屍，蛹幼蟲。實驗室內結果顯示蟻屍隨地棄置

(一)蟻屍上有特殊分解產物？(生物鑑定法)

1. 三百隻公墓蟻屍 + 10 cc. 丙酮浸泡 1 ~ 2 星期得蟻屍分解產物萃取液。
2. 2 mm² 濾紙四張分別沾塗萃取液、丙酮、蒸餾水，同時放在距巢口 3 cm 處觀察記錄如表(三)。
3. 以白蟻、活蟻、蛹、幼蟲取代濾紙重複 2 觀察是否產生屍體恐怖反應？搬回巢否？記錄如表(四)。
4. 野外實驗一試測物放蟻巢口，觀察記錄如表(五)。

結果：

表(三)：每次放四片濾紙，(1)沾萃取液。(2)沾丙酮，(3)(4)沾蒸餾水，18 次重複實驗結果統計。

溫度：(15 ~ 20℃)

△表 24 小時後仍未搬離，視為負反應

實驗次數		被搬離時間																	
		一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	十三	十四	十五	十六	十七	十八
瀘	紙 (1) 幸 十 液	1分49秒	3分	1分19秒	9分41秒	3分41秒	7分11秒	32秒	5分26秒	23分41秒	3分53秒	14秒	17秒	2分44秒	10分21秒	4分7秒	1分5秒	11分51秒	55秒
瀘	紙 (2) 丙 十 酮	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	18時23分	△	△	21時15分	△	△
瀘	紙 (3) 蒸 十 餾 水	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
瀘	紙 (4) 蒸 十 餾 水	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	8時56分	△	△	△	△	△	△	△
(1) 四何被	(2) 張者搬	(3) 瀘首	(4) 紙先離	瀘紙 (1)	" (1)	" (1)	" (1)	" (1)	" (1)	" (1)	" (1)	" (1)	" (1)	" (1)	" (1)	" (1)	" (1)	" (1)	" (1)

由表(三)知沾塗萃取液的濾紙(1)都被搬離，其餘為負反應，顯示丙酮萃取液內含屍體分解產物。

表(四)：每次取 5 隻作同一處理，重複實驗十次，總共五十隻試測物的統計數據 (15 ~ 20℃)

			引起屍體恐怖反應	立刻被搬回巢
實 驗	蛹 幼 蟲	萃取液	3	2
		丙 酮	0	50
		蒸餾水	0	50
	白 蟻	萃取液	48	2
		丙 酮	0	48
		蒸餾水	0	50
室 蟻	活 蟻	萃取液	50	0
		丙 酮	0	0
		蒸餾水	0	50

說明：表示 50 隻中 3 隻引起屍體恐怖反應，2 隻立刻被搬回巢。

表(五)：說明同表(四)

			引起屍體恐怖反應	立刻被搬回巢
野	蛹 幼 蟲	萃取液	3	0
		丙 酮	0	49
		蒸餾水	0	50
	白	萃取液	47	3

外	蟻	丙 酮	0	48
		蒸餾水	0	50
	活	萃取液	50	0
		丙 酮	0	0
		蒸餾水	0	50

綜合表(四)，表(五)知螞蟻對沾塗萃取液的物質，無論是蛹、幼蟲或白蟻都會被排拒於巢外，多被棄置於公墓上。

(三)屍體分解產物分析——紅外線分析

1. 公墓蟻屍 + 四氯化碳浸泡七天得萃取液。
2. 水浴器蒸乾 CCl_4 得一層液膜，紅外線分析顯示含羧酸官基能。
3. 乙醚溶解液膜再用碳酸鈉分液三次，取下（水）層的脂肪酸鈉鹽。
4. 水層 + 稀鹽酸酸化後（石蕊），再用乙醚分液抽取上層脂肪酸的醚的溶液，最後蒸乾乙醚即可。
5. 萃取物，油酸分別作紅外線分析比對之。（結果如表六）
6. 準備 2mm^2 濾紙分別沾油酸，蒸餾水及 4. 的萃取物重複實驗

(二)記錄如表(七)。

表(六)：萃取物的紅外線吸收光譜所提供資料如下：

吸收帶波長 (μ)	吸收帶波速 Cm^{-1}	有 機 成 分
3.3 ~ 3.6	2800 ~ 3000	CH_2, CH_3 鍵 (C-H 伸縮)
6.8 ~ 7.1	1475 ~ 1450 1383 ~ 1377	CH_2, CH_3 鍵 (C-H 伸縮)
3.0 ~ 4.1	2500 ~ 3300	O → H 伸縮

5.8 ~ 6.0	1715	C = O 伸縮
7.8; 8.0; 8.2	1280	C - OH 伸縮

依上表推論可能是一種脂肪酸 $R-C \begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{OH} \end{matrix}$

表(七)：√是 ×否

	引起移屍反應	立即搬回巢
濾紙+萃取液脂肪酸	√	×
濾紙+油酸	√	×
濾紙+蒸餾水	×	×
蛹+萃取脂肪酸	√	×
蛹+油酸	√	×
活蟻+萃取脂肪酸	√	×
活蟻+油酸	√	×

油酸的丙酮溶液以 1 g 油酸 + 20 cc. 丙酮效果最好，溶液太稀，或太濃均得負反應（即不搬離）。

六、討論與結論：

(一)行爲實驗須分二路進行：人工蟻巢實驗觀察它們如何移屍。再以野外實驗確定前項觀察的關聯性。

(二)表(一)結果顯示螞蟻是具有辨識，搬離蟻屍的能力，同時我們發現螞蟻在沒有公墓前，隨光源的改變隨地棄屍。因此我們推論：野外光源因時而異，再加上人爲環境的迫害隨時發生，因而隨地棄屍無法集中，此外或有清道夫型蟻種或昆蟲擔任搬離工作？被風吹遠？以致於野外無公墓，這尙待進一步探究。

(三)自表(二)螞蟻搬移沾有萃取液的濾紙，可推得螞蟻在辨別蟻屍時

視覺沒有多大作用，再加上蟻身被有幾個質外骨骼，不易腐敗，因此傳遞移屍行為須借助化學訊息。

(四)由表(三)發現沾萃取液的濾紙迅速被搬離。

表(四)，表(五)沾塗萃取液的蛹或白蟻則被摒棄於巢外，丙酮易揮發，三個表的結果都和蒸餾水相似，由此推論該化學訊息是一種穩定而且揮發性小的化學物質。

(五)由表(六)該物質經紅外線分析具有 $C=O$ ， $C-OH$ ， $O-H$ ， $C-H$ 等鍵，推斷可能是脂肪酸，再以油酸的紅外吸收光譜比對極相似。因此用油酸來試驗移屍反應，表(七)顯示也是正反應更有力說明此物質可能含有油酸。

(六)螞蟻死亡後，以化學物質作為標示屍體的信號，而且可以用生物反應作一個比對。至於其他分解產物和脂肪酸最後的研判尚須借助於其他分析法，諸如色層分析，NMR。

七、參考資料：

自然文庫：動物的行為。昆蟲。

E. O. WILSON：PHEROMONES

常木勝次：螞蟻的生活

洪章夫：螞蟻的世界(一)~(五) (科學月刊)

王以誠譯；大學儀器分析學；徐氏基金會。

八、後 記：

我們曾以異類蟻屍的四氯化碳萃取液試驗，發現沾塗異類蟻屍萃取液的濾紙同樣也會使 *Pheidole* sp. 產生移屍反應，這訊號會不會是同一種化學物質？這種物質廣佈於螞蟻世界？我們目前正在進行分析實驗，若時間允許我們準備再補送實驗結果。