蜜蜂排泄物污染事件之觀察確認及原因探討

李貼華* 徐慈鴻 蔣慕琰

台中縣霧峰鄉 行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所

(接受日期：中華民國 92 年 9 月 22 日)

李貼華*、徐慈鴻、蔣慕琰 2003 蜜蜂排泄物污染事件之觀察確認及原因探討 植保會刊 45：365 – 371

1999 年 2 月台中縣潭子鄉民眾發現植物或農作物葉片（高麗菜、玉米及南瓜等）、自家外牆甚至晾曬的衣物表面皆附著數量不等的圓形（直徑 2 - 5 mm）或長條形（長度 3 – 8 mm）之黃或黃褐色斑塊（圖一 A、B），懷疑是鄰近之家俱噴漆工廠排放污染物所導致。同年 12 月大里鄉民眾自己菜及地瓜葉等蔬菜葉片表面發現有不明黃色點狀污染物附著，且於發生地點皆於飛機航道附近，因此民眾懷疑污染源係飛機於飛行時洩放廁所之污物所致。2001 年 3 月彰化縣全興工業區周邊建築物之牆壁、浪板及作物葉片附著黃色及深褐色之點狀或條狀物，污染物之直徑或長度為 3-5 mm，疑是與工業區有關之空氣污染物所導致（圖二 A），2003 年 3 月下旬台中市北屯區居民自家外牆、衣物及汽車車體密佈不明斑塊及條狀黃褐色污染物，當地民眾亦懷疑是飛機所洩放之污物（圖二 B）；彰化市郊民眾也反應相同的污染問題。綜觀這些污染案例多發生於冬末及春季時節，發生地區以中部及南部居多，這些所謂"天空落下之黃褐色污染物"發生案例有逐年增多趨勢，並造成大眾的困擾與疑慮。

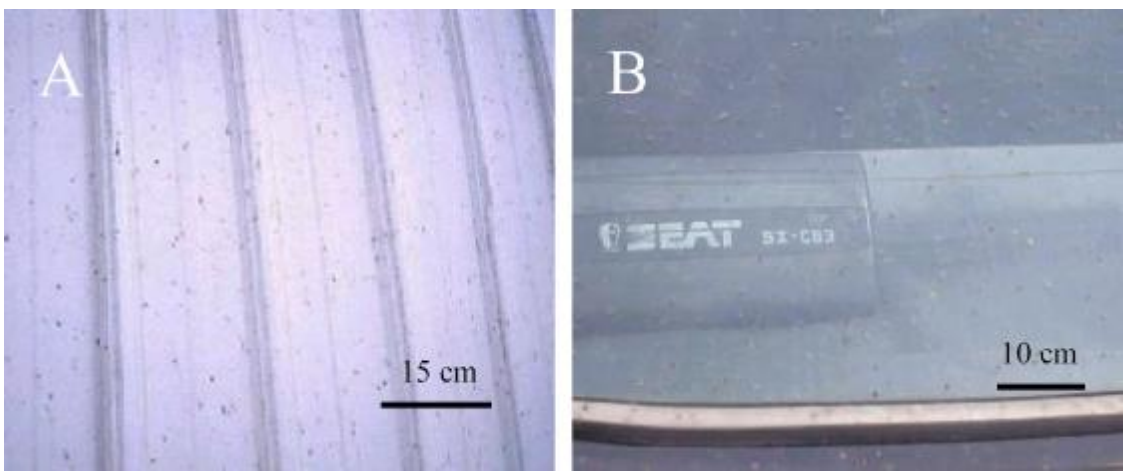
以肉眼觀察黃褐色斑塊的外觀多為圓形或長條形，新鮮的斑塊呈鮮黃色，較乾之斑塊顏色則偏褐色，這些斑塊亦發現於養蜂場周邊。利用解剖顯微鏡進行觀察，發現斑塊表面有蠟狀光澤，切開後內部為黃色細顆粒狀（圖二 A）。收集之斑塊置入非極性溶劑（正己烷）中，斑塊不易分散、崩解，但置於水溶液中斑塊則迅速崩解成水懸浮狀。取水懸液滴於光學顯微鏡下觀察，發現所含顆粒其外觀與花粉相似[1, 4]，經比對，發現含有不同形態的花粉顆粒，包括扁芒狀、橄欖球形、圓形及三角形顆粒等（圖二 B）。進一步採集案例發生地點周邊開花植物之

* 通訊作者。E-mail: yhl@tactri.gov.tw



圖一、污染案例周邊植物及農作物葉片表面的黃褐色斑塊。(A)長條狀或圓斑狀之黃褐色斑塊；(B)新鮮的斑塊呈鮮黃色。

Fig. 1. Yellow-brown spots on a leaf. (A) Long strip or small disc shape；(B) bright yellow spots.

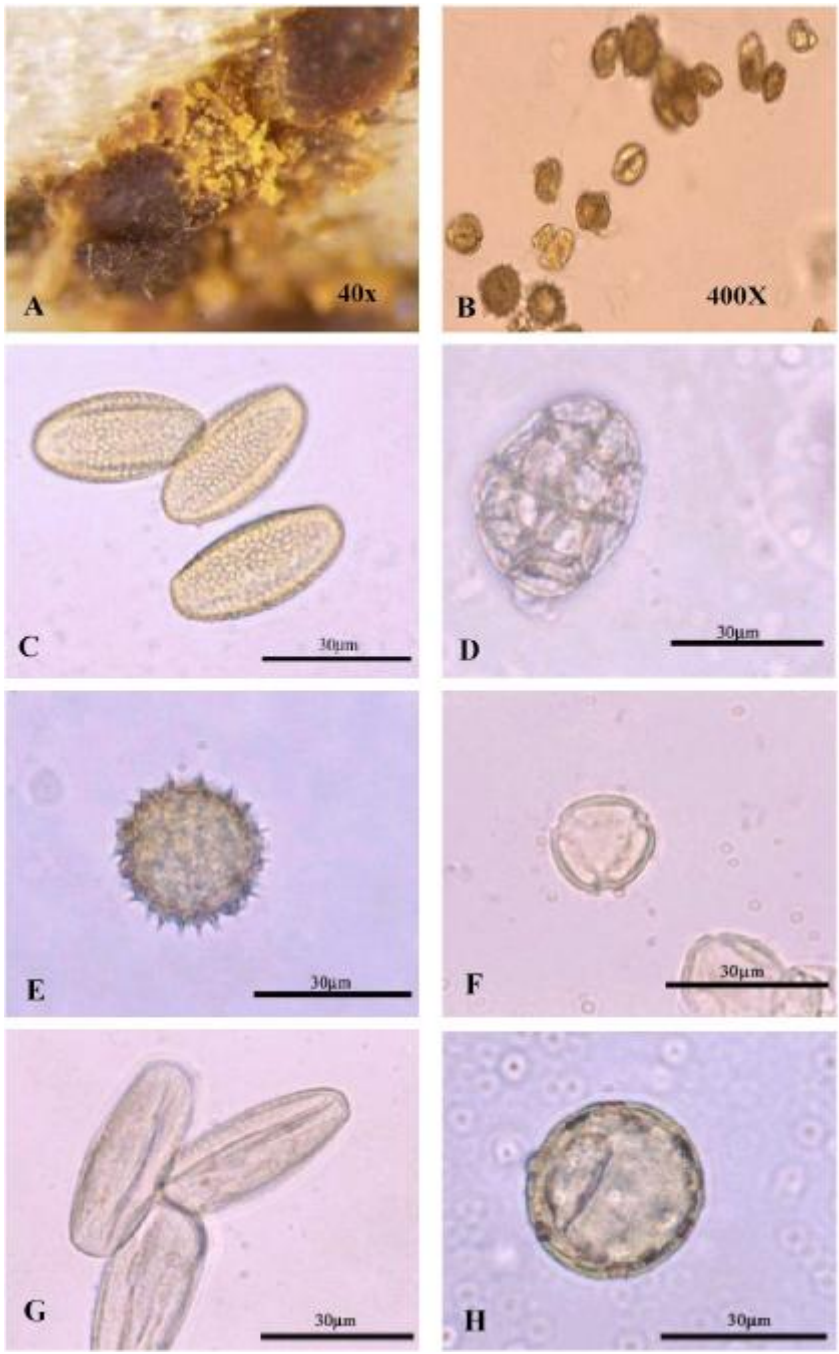


圖二、污染案例周邊(A)廢棄物浪板；(B)汽車表面上佈滿黃褐色斑塊。

Fig. 2. Yellow-brown spots speckling the surfaces of buildings (A), and cars(B).

花粉粒於顯微鏡下進行觀察及比對，發現斑塊中之花粉種類與周邊植物有相關性。經與苗栗改良場（原蠶蜂業改良場）研究人員及蜂農討論，判斷這些所謂"天空落下之黃褐色污染物"爲蜜蜂排泄物。因此收集不同區域之"天空落下之黃褐色污染物"進行更詳細之觀察與確認。

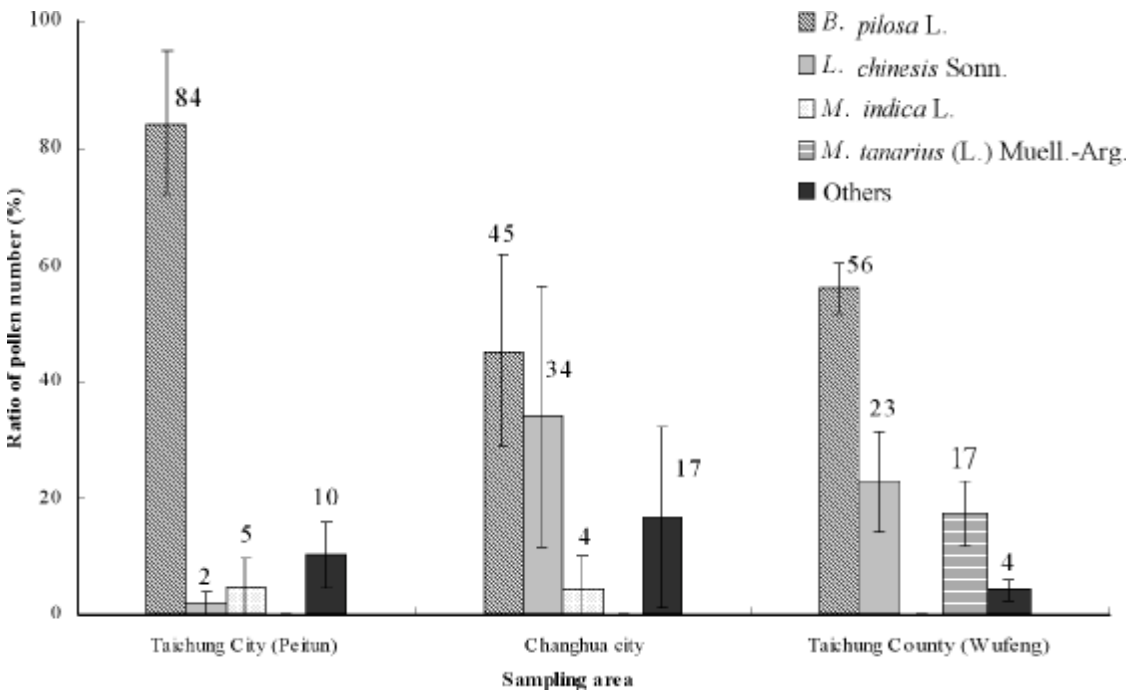
含有種類及數量繁多的花粉顆粒是判斷這些黃褐色斑塊爲蜜蜂排泄物之重要依據[9]。蜜蜂排泄物中所含的花粉類型與當月或當季周邊的開花植物的種類、分佈及數量有關，如二期稻作收割後大都種植油菜（*Brassica campestris* L.）作爲綠肥，使油菜成爲冬季重要的蜜源植物之一[6]，這段期間養蜂地區所採集的蜜



圖三、黃褐色斑塊及所含花粉之顯微鏡觀察。黃褐色斑塊(A)；同一斑塊含有不同形態的花粉(B)。不同植物花粉顆粒之影像(1000X)（C.油菜，D.相思樹，E.大花咸豐草，F.荔枝，G.芒果，H.血桐）。

Fig. 3. Microscopic images of yellowish-brown spots and pollen. (A) Yellowish- brown spots; (B) pollen from a yellowish-brown spot; pollen of (C) *Brassica campestris* L., (D) *Acacia confusa* Merr., (E) *Bidens pilosa* L. var. *radiata* (B1.) Sherff, (F) *Litchi chinensis* Sonn., (G) *Mangifera indica* L., and (H) *Macaranga tanarius* (L.) Muell.-Arg.

蜂排泄物中可觀察到大量的油菜花粉，油菜花粉呈橄欖球形（圖三 C），佔觀察視野花粉之 65 - 90%。4 月下旬至 5 月爲相思樹（*Acacia confusa* Merr.）開花的時期，霧峰地區採集之蜜蜂排泄物中則以形態如龜甲形狀之相思樹花粉粒含量比例高，佔觀察視野之 40 - 80%（圖三 D）。圖四顯示三月下旬時採自台中市北屯區、台中縣霧峰鄉及彰化市三個不同地區的蜜蜂排泄物中以星芒狀的花粉粒出現例最高，其所佔比例爲 45 - 84%，經比對這些花粉顆粒爲大花咸豐草（*Bidens pilosa* L. var. *radiata*(B1.)Sherff）之花粉（圖三 E）。大花咸豐草爲蜂農引進之野生蜜源植物，目前已成爲分佈非常普遍的雜草，包括荒野、田間、休耕或閒置空地、路邊及公園等都有大花咸豐草的存在，由於分佈普遍、花期長，全年皆會開花，大花咸豐草已成爲主要的蜜源植物[3, 5]。除大花咸豐草之花粉外，三個樣區的蜜蜂排泄中皆觀察到三角形狀花粉，其比例爲 2 - 34%，經比對其爲荔枝（*Litchi chinensis* Sonn.）之花粉（圖三 F），荔枝樹之開花期由 3 - 4 月間，與龍眼樹（*Euphoria longana* Lamarck.）同爲重要蜜源植物[5]；其餘觀察到之長紡錘形、圓形之顆粒則分別爲芒果（*Mangifera indica* L.）、血桐（*Macaranga tanarius* (L.) Muell.-Arg）之花粉（圖三 G、H）。同一採集片相鄰的排泄物斑塊中花粉顆粒種類觀察比較，結果顯示即使是相鄰的排泄物斑塊所含的花粉粒種類及含量百分比皆不相同，見表一；Nowicke[9]的報告有相同之觀察結論，即採集片上相鄰之斑塊中所含的花粉種類及含量比例皆不相同，此差異應非人爲合成或散播所能造成。



圖四、台灣中部不同地區蜜蜂排泄物斑塊中所含的花粉種類及數量百分比。

Fig. 4. Pollen grains in bee feces sampled at different sites in central Taiwan. The mean value of 10 samples shows the related plant species and their ratios in the pollen.

表一、不同地區葉片上相鄰的排泄物斑塊中花粉種類含量比較
Table 1. Component pollen of fecal spots on leaf surfaces

Pollen types[1)]	Relative pollen %			
	Taichung city		Changhua city	
	Spot A	Spot B	Spot A	Spot B
Spheroidal with echinae	78	59	17	29
Angular with triporate	10	-	-	53
Elliptical with colpi	11	9	24	-
Triangular with lophate	-	-	10	8
Others	-	32	60	19

[1)] spheroidal with echinae 圓形表面有突起；angular with tricolporate 角形表面有三溝孔；elliptical with colpi 橢圓形表面有條溝；triangular with lophate 三角形表面有網紋。

蜜蜂排泄物中爲何有大量的花粉存在？Todd 及 Vansell[12]以每 1 ml 約含 750,000 顆花粉粒的糖漿液餵食蜜蜂後，將源自糖漿的蜂蜜自蜂房取出估算花粉粒數目，發現每 1 ml 的蜂蜜中約有 25,000 顆的花粉粒，爲原先糖漿中花粉粒數目的 1/30，其研究結果顯示蜜蜂蜜胃的過濾系統（honey stomach filtration system）能有效的移除花蜜中的花粉粒；Standifer[10]和 Snodgrass[14]的報告皆描述蜜蜂過濾移除花蜜中花粉粒的過程，當蜜蜂吸吮花蜜後，花蜜經過食道（oesophagus）進入具有膨脹特性的蜜胃（honey stomach）中，進一步被唧吸入蜜胃後方的前腸（proventriculus），進行濾除花粉粒及幼蟲病的孢胞（fungal spores of foulbrood）等碎屑（debris）的步驟，避免這些花粉粒或病菌孢胞發生萌芽作用並破壞源自這些花蜜的蜂蜜性質；而過濾後的碎屑則進入消化道及小腸（small intestine），最後保存在直腸（rectum）中等待排泄（excreted）。當數量龐大的蜜蜂外出搜集花蜜等糧食的時候，如果蜜源植物正好是具有高量花粉粒數目者，那麼自蜜胃中所快速過濾排除的花粉粒會很快的充塞在蜜蜂的直腸之中，當這一大群蜜蜂在飛回蜂巢途中便會迅速進行排便（defecation）；一旦蜜蜂的飛行路徑涵蓋了都市區域，其結果便是導致數以百計的微細黃斑（tiny yellow spots）滴落在汽車車體、人行道（sidewalk）或者是物上，此即所謂"下黃雨"（yellow rain）的現象，所謂的黃雨就是蜜蜂排泄物（bee feces）[14]。中國江蘇[3]、印度加爾客達近郊[13]等地也有"下黃雨"事件的相關報導。除上述因大批蜂群移動採蜜造成"下黃雨"的現象外，在寒冷地區冬季溫度低且越冬期長，蜂群在越冬期間無法隨時出外排泄，體內因而積累相當多的排泄物，因此到春季時需要進行飛行排泄，此時在住家、車體、衣物上也會出現這些令人不愉快的黃色斑塊[2, 11]。Makhdzir[8]之報告指出，爲避免蜂巢的溫度過高而達致命溫度（lethal temperature），蜂群也可能會利用集體排便（mass defaecation）的方式以達成散熱效果。

經觀察與確認這些黃褐色污染物爲蜜蜂排泄物後，民眾經常的反應爲「住家周邊舉眼所及並未見到蜜蜂飛行，這些蜜蜂排泄物從何而來呢？」由於蜜蜂飛行高度可達 10 - 30 m，飛行速度達 30 km/hr，飛行的距離涵蓋蜂巢周邊 8 - 10 km 遠[7]，因此民眾不易看到蜂群的飛行。蜜蜂排泄物不會影響健康，但是這些滴落

於水物、車體之蜜蜂排泄物不易清洗，經常造成民眾之困擾及不愉快。以往蜜蜂排泄物事件大多發生於冬末初春，但這一年來事件發生的頻度有增加的情形，而發生的季節也不限於固定的時令，此現象值得注意並觀察後續之發展。

（關鍵詞：污染、蜜蜂排泄物、花粉、黃雨）

引用文獻

1. 日本花粉学會 編。1995。花粉学事典。2 版。朝倉書店。東京。454 頁。
2. 防治授粉蜂群的管理。遼寧省農業科學院。(http://www.laas.net.cn/laas.files/syjs33.htm 2003/07)
3. 陳運造。1997。漫談幾種台灣蜜源雜草。中華民國雜草學會簡訊。台中。8 頁。
4. 黃增泉、陳淑華、陳世輝、郭長生、張惠珠、鄒稚華。1998。台灣空中孢粉誌。國立台灣大學植物研究所。台北。246 頁。
5. 實用養蜂。苗栗區農業改良場技術資料。(http://www.mdais.gov.tw/實用養蜂.htm)
6. 謝豐國、陳昭同、許加寶、張世揚。2001。蜜蜂由蕎麥、油菜及梨樹之訪花採集活動及數量變化。植保會刊 44：1-13。
7. Frans., J., Wolfagang., P., Hans-Werner., S., Richard., S., and Octaaf., V. L. 2000. The health of bees. Bayer Crop Protection, 108pp.
8. Makhdzir., M. 1989. Honeybees and “yellow rain”. Nature 341: 191.
9. Nowicke, J. W., and Meselson., M. 1984. Yellow rain - a palynological analysis. Nature 309: 205-206.
10. Standifer, L. N. 1980. Honey bee nutrition and supplemental feeding. *In*: Beekeeping in the United States. Agriculture Handbook No. 335. USDA. Washington, D.C. (http://maarec.cas.psu.edu/bkCD/HBBiology/nutrition_supplements.htm#Ingestion 2003/07)
11. Stephen, T. 1980. Bee Behavior. *In*: Beekeeping in the United States. Agriculture Handbook No. 335. USDA. Washington, D.C. (http://maarec.cas.psu.edu/bkCD/HBBiology/bee_behavior.htm 2003/07)
12. Todd, F. E., and Vansell, G. H. 1942. Pollen grains in nectar and honey. J. Econ. Entomol. 35: 728-731.
13. Tucker, J. B. 2002. Conflicting evidence reviews “yellow rain” controversy. Monterey Institute of International Studies, August 5. (http://cns.miis.edu/pubs/week/020805.htm 2003/07)
14. Vaughn, M. B. 2001. Pollen contents of honey. CAP Newsletter 24 (1): 10-24. (http://www.scirpus.ca/cap/articles.htm 2003/07)

ABSTRACT

Lee, Y. H.*, Shyu, T. H., and Chiang, M. Y. 2003. Mysterious airborne pollutants in central Taiwan determined to be feces dropped from bees. Plant Prot. Bull. 45: 365 - 371. (Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute, Council of Agriculture, Taichung, Taiwan 413, ROC)

For the past several years, we have been involved in investigating a puzzle of mysterious airborne pollutants in central Taiwan. These incidences periodically occurred in the cool season from December through April. Around polluted sites, small airborne droplets were found on cars, clothes, buildings, and plants that were exposed to the open air. Residents in the neighborhood areas were disturbed, and speculations that these airborne substances were harmful pollutants from airplanes or industrial emissions raised serious concerns. We conducted field surveys and follow-up investigations by comparing samples as well as interviewing related personnel. At the polluted sites, droplets appeared to be yellow or light brown, but differed in size, shape, and density. These droplets were not soluble in a non-polar solvent, but dispersed readily in water, producing suspended particles. Upon microscopic examination, we found that most particles were composed of pollen grains with various morphologic features. Pollen of inspected samples were mainly from *Acacia confusa* Merr, *Bidens pilosa* L. var. *radiata* (Bl.) Sherff, *Brassica campestris* L., *Euphoria longana* Lamarck, *Litchi chinensis* Sonn., *Macaranga tanarius* (L.) Muell.-Arg., and *Mangifera indica* L. which flower during this season. We expanded our investigation at several sites where migratory bee farmers regularly place their hives. Airborne droplets similar in shape and components to those of polluted sites also appeared around beehives but in higher densities. This confirmed our suspicion that the airborne droplets were feces dropped from flying bees.

(Key words: pollution, bee feces, pollen, yellow rain)

*Corresponding author. E-mail: yhl@tactri.gov.tw