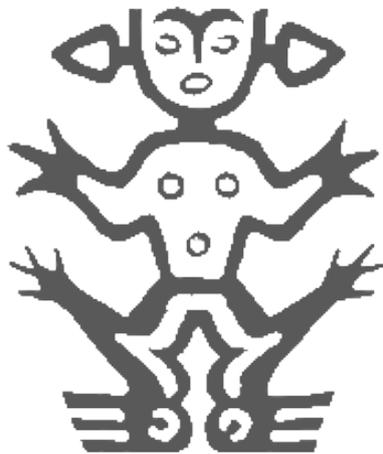


宜蘭縣立蘭陽博物館

2017 蘭陽博物館光害監測計畫

期末報告



委託單位：宜蘭縣立蘭陽博物館

執行單位：國立臺灣大學昆蟲學系

計畫主持人：楊恩誠



2017 蘭陽博物館光害監測計畫

摘要	1
研究主旨	1
研究方法與步驟	2
結果與討論	2
建議	3
參考資料	4





2017 蘭陽博物館光害監測計畫

摘要

本計畫目標乃是監測並評估夜間於蘭陽博物館北側牆面燈光誘引昆蟲之情況。藉由比較研究用昆蟲採集燈具與未來擬採用架設於北側牆面打燈之燈具兩者於 106 年 9~11 月期間不同時段所誘集昆蟲數量、種類等數據，作為評估夜間打燈時段調整與昆蟲誘集效率之依據。所進行的試驗包括：(一) 監測夜間不同季節、時段之燈光誘集昆蟲效率。(二) 評估擬採用之燈具之燈光誘集效率。由試驗結果發現：調查期間 19:00 至 22:00 間為夜行性昆蟲最為活躍時段，被誘引之昆蟲數量最多，其中以雙翅目為最多數佔 75%，無發現特殊害蟲及保育類昆蟲。此外，擬採用之燈具之發散光譜未含一般昆蟲趨光行為偏好之波長，誘集昆蟲數量少於昆蟲採集燈具的百分之一。

研究主旨

蘭陽博物館擬於本館北側左右牆面上在夜間時段打上光，以增強本館館體北側與夜空所形成之天際線。而於牆面上打上燈光，於原本並無光害的自然生態區域，尤其是本館北側僅臨烏石港舊址濕地，可能會影響具有強烈趨光性行為的昆蟲聚集於打光牆面。因此，本計畫將於 106 年 9~11 月期間監測蘭陽博物館北側燈光誘集昆蟲之情況，以評估未來於北側牆面打燈後可能造成昆蟲誘集的影響。主要目的在於評估不同時段之燈光誘集昆蟲效率，以做為未來北側牆面夜間打燈時段之調整依據。同時亦評估未來擬採用在北側牆面打燈之燈具所造成昆蟲誘集影響，藉由比較未來擬採用之燈具與研究用昆蟲採集燈具兩者所誘集昆蟲數量、種類等數據，做為評估誘集昆蟲效率之依據。

研究方法與步驟

(一) 監測夜間不同時段之燈光誘集昆蟲效率

預計於 106 年 9 ~ 11 月期間，每一個月之上、中、下旬各選定一日，於 18:00 ~ 24:00，以水銀或鹵素燈投射於 120 cm x 150 cm 的白色布幕上，進行夜間昆蟲燈光誘集 (圖一 abc)。於博物館北側選定三個位置 (圖二) 架設燈具與布幕分三個樣區同時進行誘集。燈光誘集期間，每小時記錄累積蟲數及昆蟲種類。

(二) 評估擬採用之燈具之燈光誘集效率

以大恭公司所提供之燈具 (圖三 a) 投射牆壁上，瞭解實際誘集昆蟲之狀況，模擬蘭陽博物館未來採用的燈具對誘集昆蟲的狀況 (圖三 bc)。

結果與討論

(一) 監測夜間不同時段之燈光誘集昆蟲效率

結果顯示，以第二區布幕所誘集到昆蟲數量最多，可能是由於第二區鄰近博物館大門，附近燈光較晚關閉以及其所面對地區最為開闊沒有障礙而加強誘集效果。調查期間以 9 月份誘集到蟲數最多，10 月份誘集蟲數最少，推測因 10 月份雨量較多且氣溫偏低所影響。而各時段中以剛日落的 18:00 至 19:00 誘集蟲數最少，20:00 至 21:00 誘集到數量最多；推測 20:00 之後為夜行性昆蟲活躍時段，有數量龐大的昆蟲被誘引至白色布幕上。另外，在試驗中也觀察到若該時段出現大雨及強風時也將影響燈具誘集效果 (圖四、圖五、圖六)。在誘集昆蟲種類方面以雙翅目昆蟲最多約佔 75%。膜翅目昆蟲佔 9% 居次，尤以降雨之後螞蟻出現婚飛行為造成膜翅目昆蟲誘集數量大增。鱗翅目通常於 21:00 之後出現聚集現象，誘集數量佔 7%。半翅目昆蟲數量為 5%，鞘翅目則有 3%。其中並未發現有重大害蟲與保育類昆蟲種類。唯一對人較有干擾疑慮昆蟲為隱翅蟲，但其受誘集數量不

多，約僅佔誘集總數的 2%（圖七、圖八、圖九、圖十、圖十一、圖十二、圖十三、圖十四）。

（二）評估擬採用之燈具之燈光誘集效率

以大恭公司規劃之燈具投射牆壁上觀察對昆蟲誘集效率實驗結果中發現：燈具所發散色光波長（ $\lambda_{\max} = 568.67 \text{ nm}$ ）非屬於昆蟲偏好色光波長，因此對昆蟲誘引效果不佳，所誘集昆蟲數量僅為水銀燈泡燈具的百分之一（圖四、圖五、圖六），其中雙翅目昆蟲約佔 97%（圖十五、圖十六、圖十七），也未發現有重大害蟲與保育類昆蟲種類。因此可推測未來若是將大恭公司規劃之燈具於蘭陽博物館北側牆面在夜間時段打上燈光後，應可排除會有大量昆蟲聚集於打光牆面的疑慮。

建議

依據大恭公司所提供之燈具與研究用昆蟲採集燈具兩者進行誘集昆蟲效率實驗結果，建議未來蘭陽博物館牆面打燈燈具設置位置與開燈時段調整，應注意以下兩點：（一）使用發散非昆蟲偏好波長色光燈具，可避開容易誘引較多昆蟲鄰近博物館大門的區域；（二）選擇夜行性昆蟲較不活躍的時段開燈，例如日落後 18:00 ~ 19:00 之時段。如此應可減少光害對當地生態環境產生重大之衝擊。

參考資料

與昆蟲視覺相關之研究著作

1. Yang E.-C.* and Osorio D. (1991) Spectral sensitivities of photoreceptors and lamina monopolar cells in the dragonfly, *Hemicordulia tau*. *J. Comp. Physiol. A* 169: 663-670. [SCI]
2. Yang E.-C. and Osorio D.* (1996) Chromatic vision and photopic monopolar cells in the dragonfly lamina. *J. Comp. Physiol. A* 178: 543-550. [SCI]
3. Yang E.-C.* and Maddess T. (1997) Orientation-sensitive neurons in the brain of the honeybee (*Apis mellifera*). *J. Insect Physiol.* 43: 329-336. [SCI]
4. Maddess T.,* Davey M.P. and Yang E.-C. (1999) Discrimination of complex textures by bees. *J. Comp. Physiol. A* 184: 107-117. [SCI]
5. Stavenga D.G.,* Kinoshita M., Yang E.-C., Arikawa K. (2001) Retinal regionalization and heterogeneity of butterfly eyes. *Naturwissenschaften* 88: 477-481. [SCI]
6. Tso I.M.*, Tai P.I., Ku C.S. Kuo C.H. and Yang E.C.* (2002) Color-associated foraging success and population genetic structure in a polymorphic predator *Nephila maculata* (Araneae: Tetragnathidae). *Animal Behaviour* 63: 175-182. [SCI]
7. Yang E.C.*, Lee D.W. and Wu W.Y. (2003) Action spectrum of phototactic responses of the flea beetle, *Phyllotreta striolata*. *Physiol. Entomol.* 28: 362-367. [SCI]
8. Tso I.M., Lin C.W. and Yang E.C.* (2004) Colourful orb-weaving spiders, *Nephila pilipes*, through a bee's eyes. *J. Exp. Biol.* 207: 2631-2637. [SCI]
9. Yang E.C.*, Lin H.C. and Hung Y.S. (2004) Patterns of chromatic information processing in the lobula of the honeybee, *Apis mellifera* L. *J. Insect Physiol.* 50: 913-925. [SCI]
10. Wu W.Y., Chen Y.B. and Yang E.C.* (2007) The chromatic cues to trap the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis*. *J. Insect Physiol.* 53 :509-516. [SCI]
11. Chiao C.C., Wu W.Y., Chen S.H., Yang E.C.* (2009) Visualization of the spatial and spectral signals of orb-weaving spiders, *Nephila pilipes*, through the eyes of a honeybee. *Journal of Experimental Biology* 212: 2269-2278 [SCI]
12. Hsu P.S., Yang E.C.* (2012) The critical cue in pattern

discrimination for the honey bee: color or form? *Journal of Insect Physiology* 58: 934-940. [SCI]

13. Chen P.J., Arikawa K., Yang E.C.* (2013) Diversity of photoreceptors and spectral opponency in the compound eye of golden birdwing butterfly, *Troides aeacus formosanus*. *PLoS ONE* 8(4): e62240. doi:10.1371/journal.pone.0062240 [SCI]

Articles presented in conference or published in non-academic journals

1. 楊恩誠、洪于善 (2001) 「色誘」昆蟲的理論基礎與應用。跨世紀台灣昆蟲學研究之進展研討會專刊 pp. 69-77。
2. 楊恩誠、黃上銓、陳怡伶、桂佳鳳 (2002) 蜜蜂之趨光行為—對比感度與視神經機制。2002 蜜蜂生物學研討會專刊 pp. 67-78。
3. 楊恩誠、李德威 (2003) 色光在害蟲防治上的應用。農業世界雜誌 243:22-25。
4. 楊恩誠、詹美鈴 (2005) 談昆蟲複眼中的形與色。科學月刊 36(4): 292-297。
5. 楊恩誠、詹美鈴 (2005) 花非花，霧非霧。2004 科學週「形」特展專刊—形的密碼。國科會出版。
6. 楊恩誠 (2009) 蜜蜂與牠的視界。自然通訊 22: 29-32。
7. 楊恩誠、陳宏源 (2010) 昆蟲機師的完美著陸。科學發展月刊 449: 36-41。

a.



b.

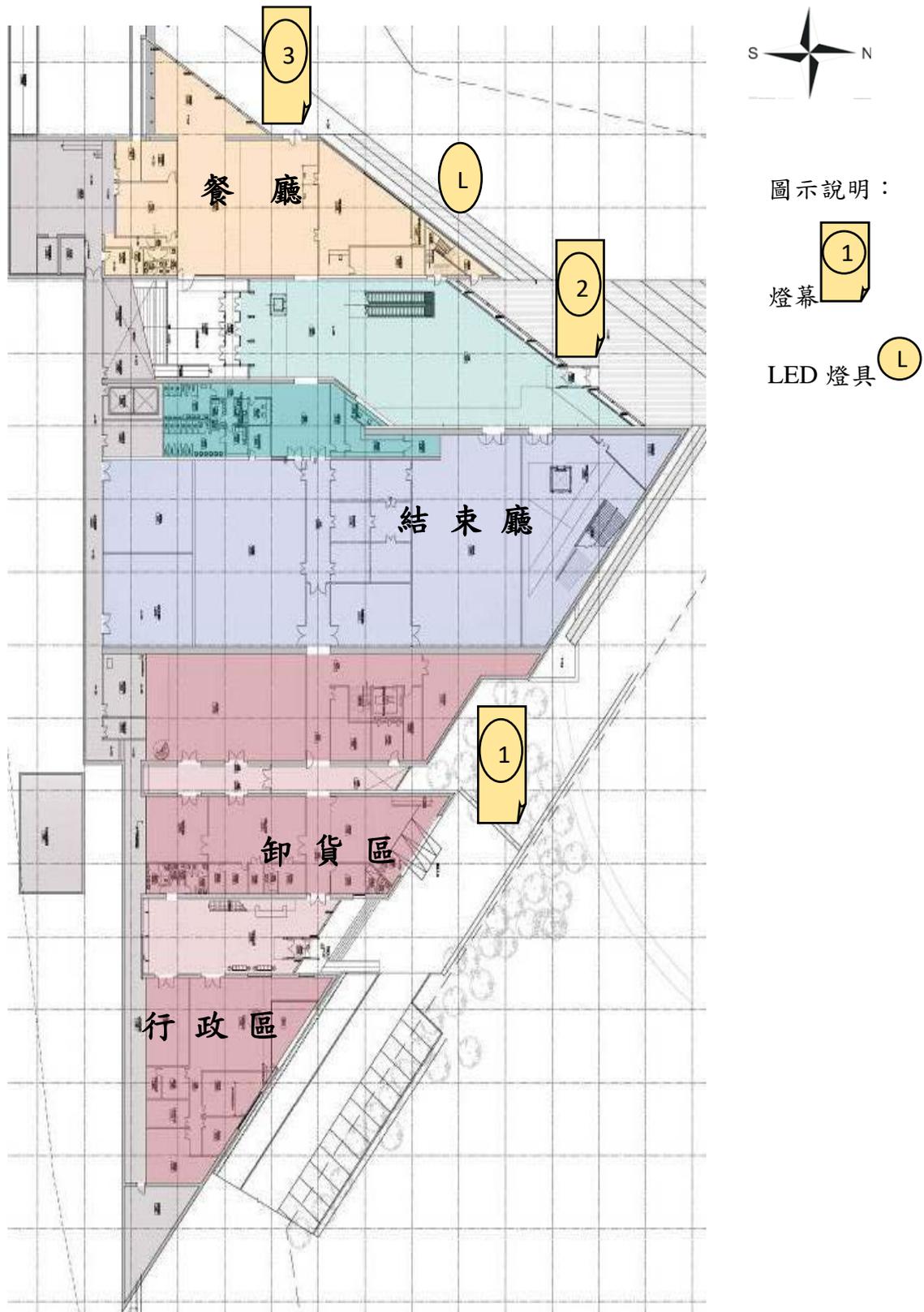


c.



圖一、監測夜間不同時段之燈光誘集昆蟲效率實驗。**a.** 水銀燈泡與布幕架設。

b.、**c.** 昆蟲受燈光誘集而停留於白色布幕上。



圖二、蘭陽博物館平面圖與四個實驗樣區位置相對圖。燈幕樣區 1：位於博物館北方右側牆面。燈幕樣區 2：位於博物館北方大門左側牆面。燈幕樣區 3：位於靠近博物館餐廳西側牆面。LED 燈樣區：位於博物館入口廣場左側走道。

a.



b.

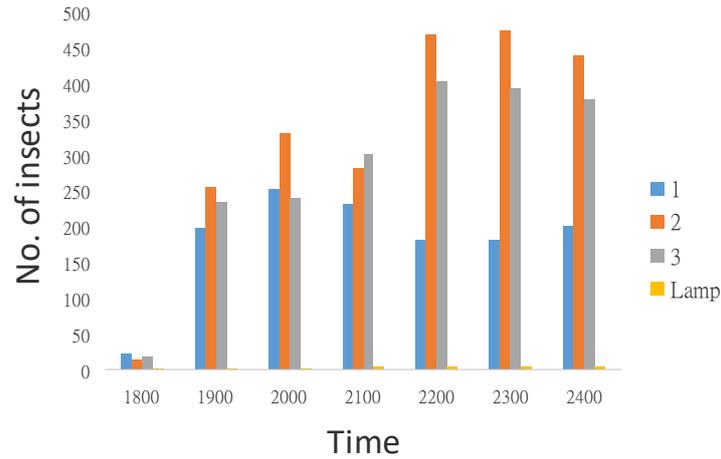


c.

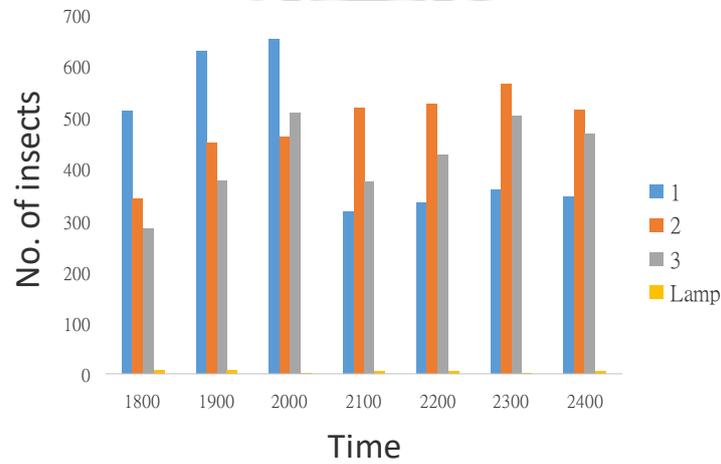


圖三、評估擬採用之燈具之燈光誘集效率實驗。**a.** 大恭公司規劃使用之 LED 燈具。**b.**、**c.** 於博物館入口廣場左側走道架設 LED 燈具投射燈光於牆壁上。

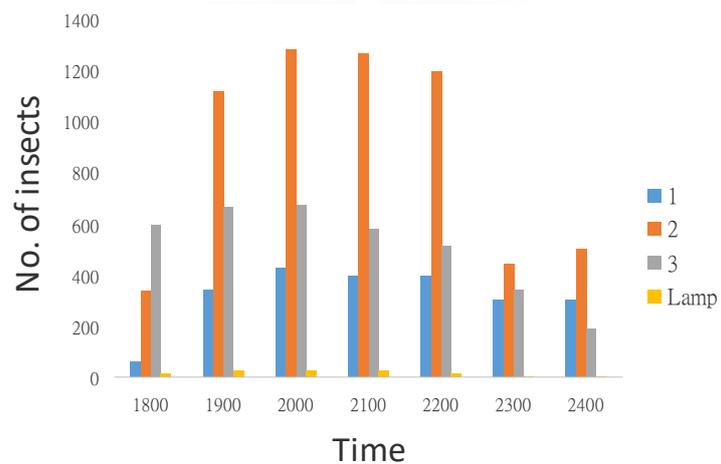
a.



b.

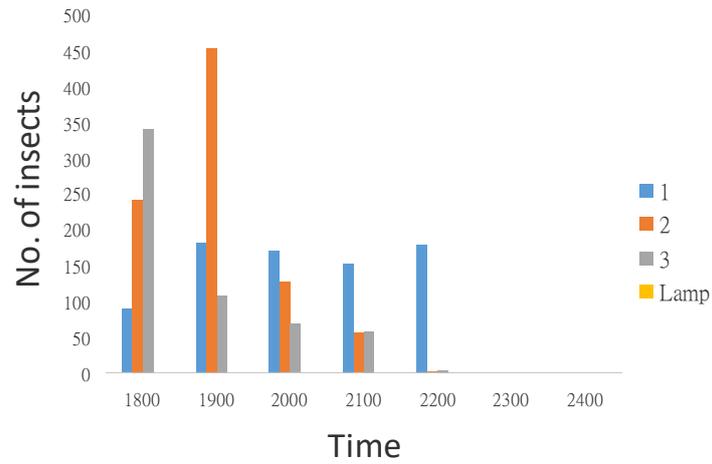


c.

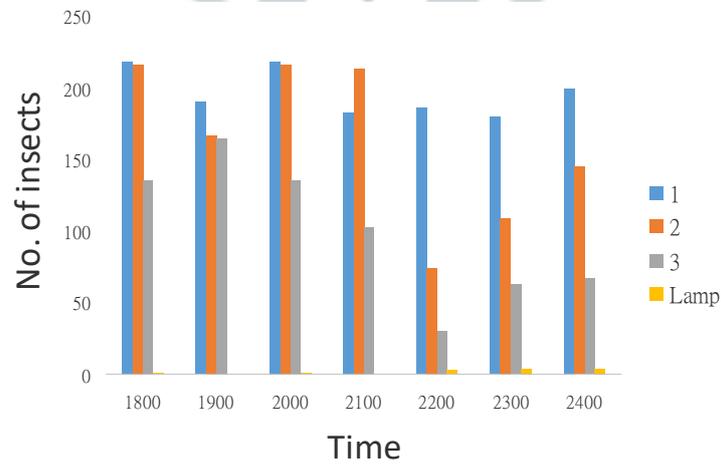


圖四、九月份各個時段於四個實驗樣點誘集昆蟲總數。**a.** 9月18日；**b.** 9月21日；**c.** 9月28日。藍色、橘色、灰色分別代表三個樣區（樣區1、2、3，見圖二）所誘集到的昆蟲數量。黃色代表大恭公司所提供之燈具所誘集到的昆蟲數量。

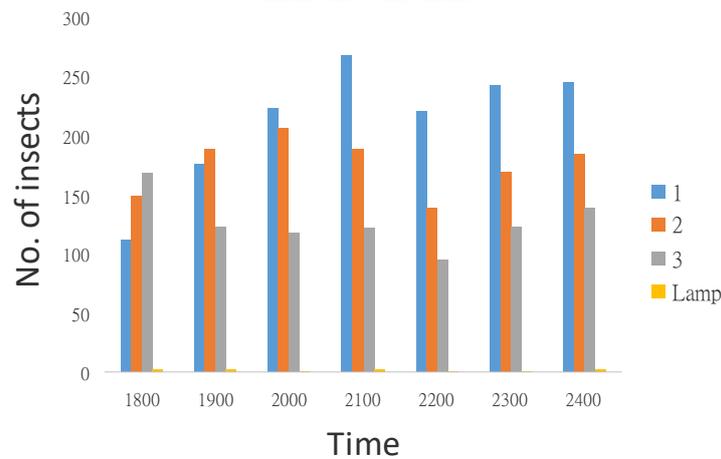
a.



b.

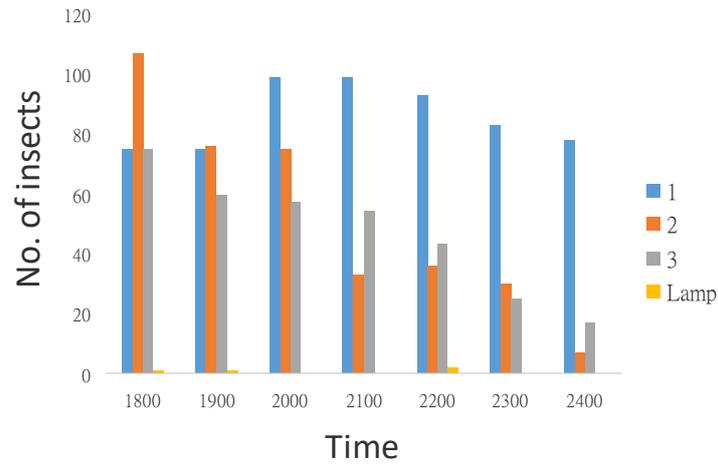


c.

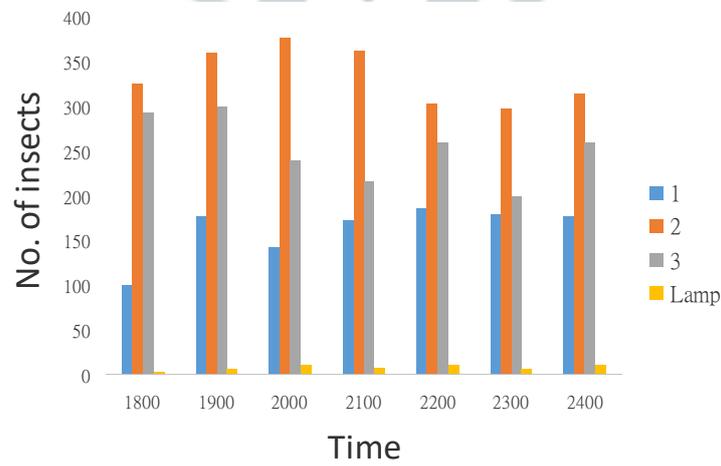


圖五、十月份各個時段於四個實驗樣點誘集昆蟲總數。**a.** 10月11日；**b.** 10月18日；**c.** 10月25日。藍色、橘色、灰色分別代表三個樣區（樣區1、2、3，見圖二）所誘集到的昆蟲數量。黃色代表大恭公司所提供之燈具所誘集到的昆蟲數量。

a.

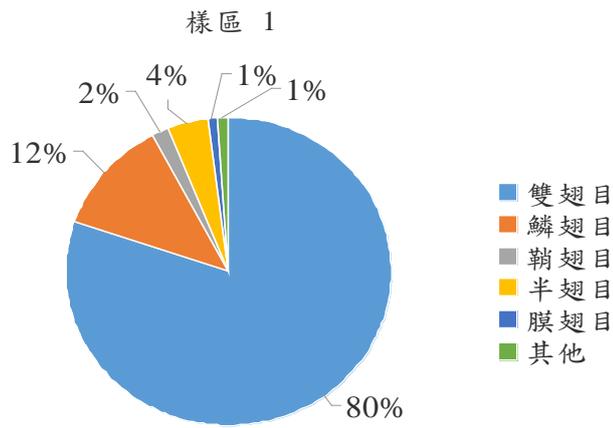


b.

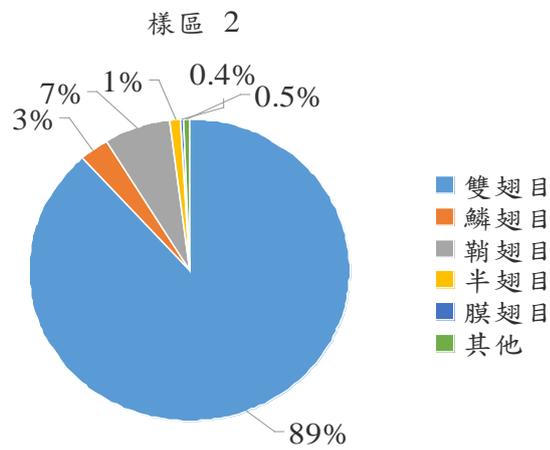


圖六、十一月份各個時段於四個實驗樣點誘集昆蟲總數。**a.** 11月8日；**b.** 11月15日。藍色、橘色、灰色分別代表三個樣區（樣區1、2、3，見圖二）所誘集的昆蟲數量。黃色代表大恭公司所提供之燈具所誘集的昆蟲數量。

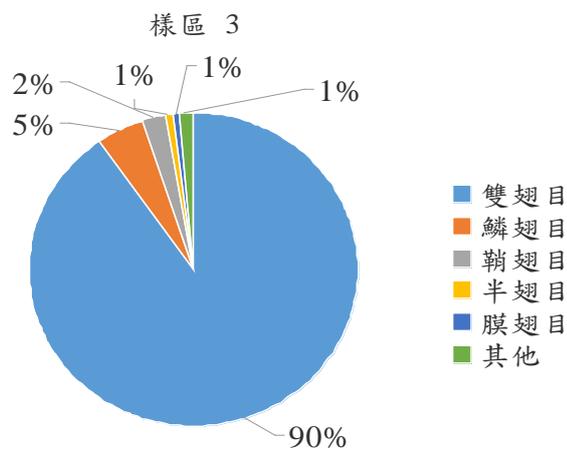
a.



b.

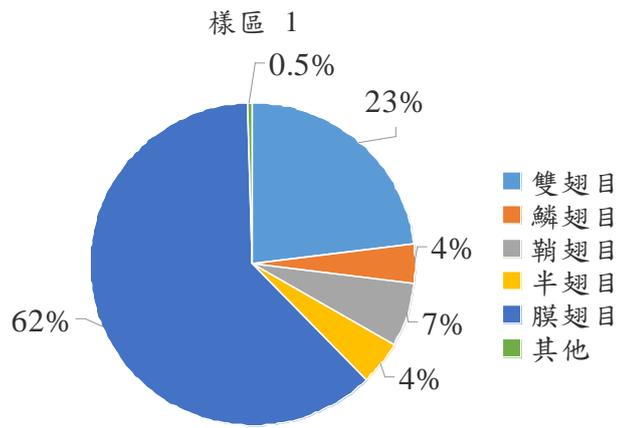


c.

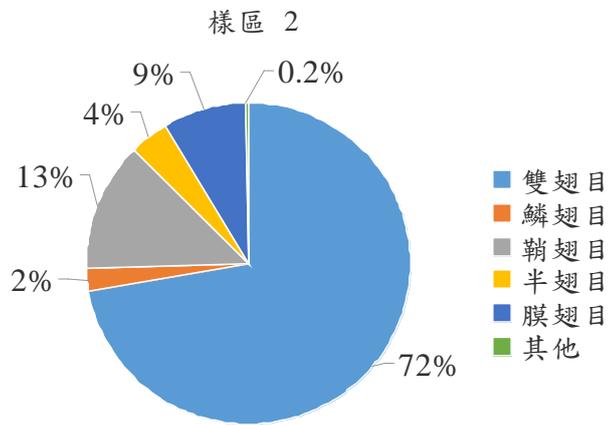


圖七、9月18日昆蟲誘集用燈具於三個實驗樣區誘集昆蟲種類百分比。

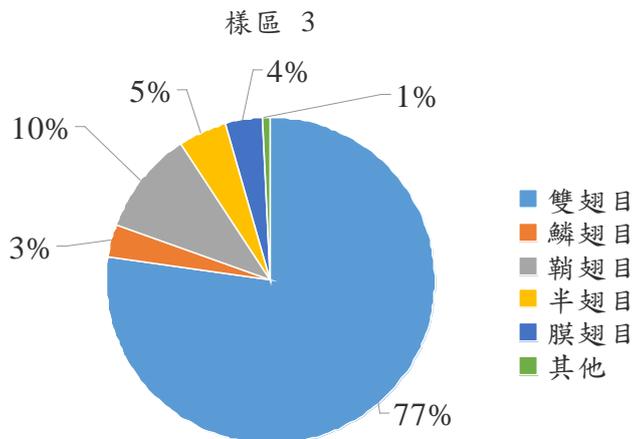
a.



b.

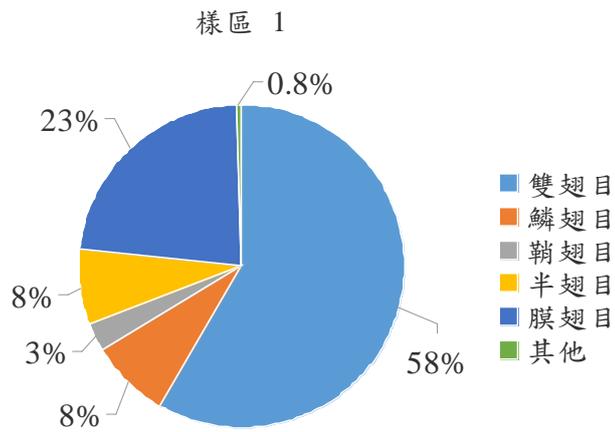


c.

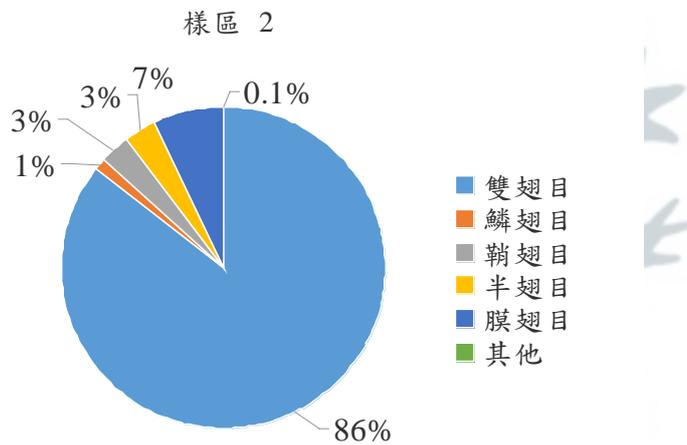


圖八、9月21日昆蟲誘集用燈具於三個實驗樣區誘集昆蟲種類百分比。

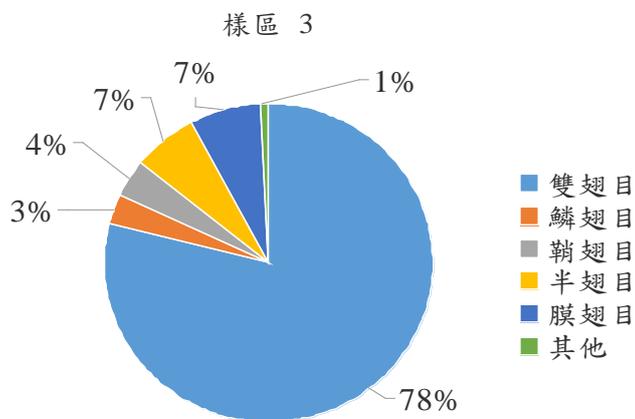
a.



b.

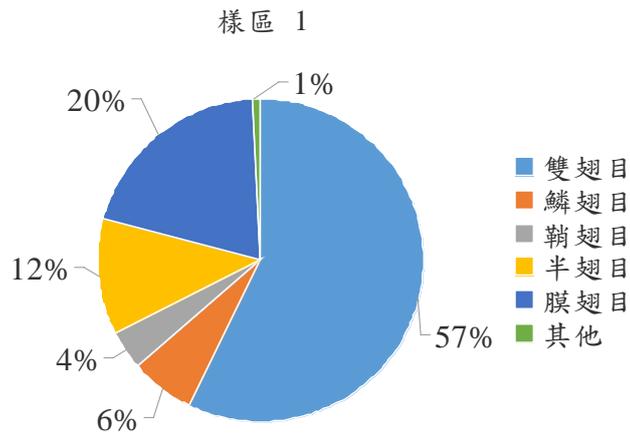


c.

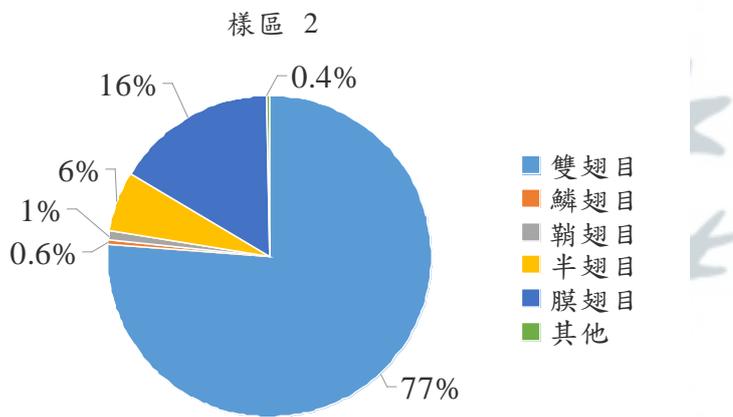


圖九、9月28日昆蟲誘集用燈具於三個實驗樣區誘集昆蟲種類百分比。

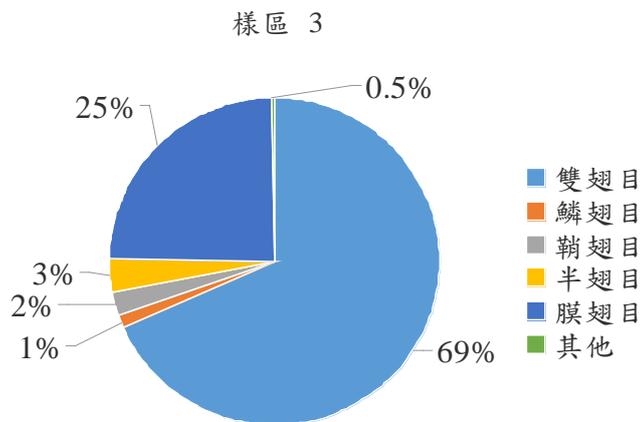
a.



b.

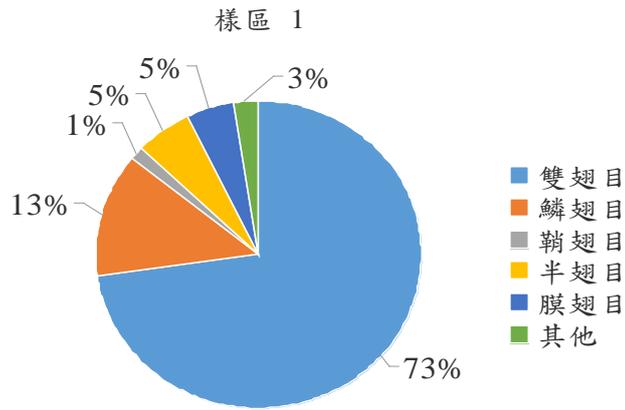


c.

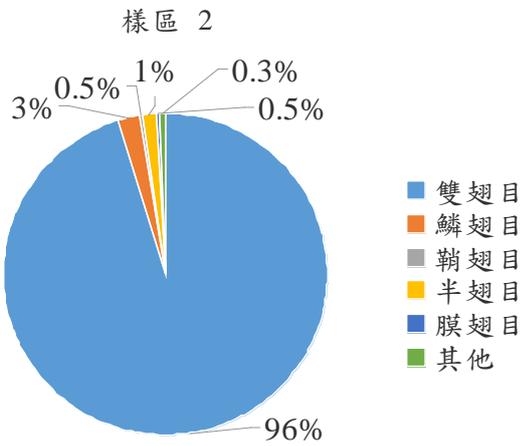


圖十、10月11日昆蟲誘集用燈具於三個實驗樣區誘集昆蟲種類百分比。

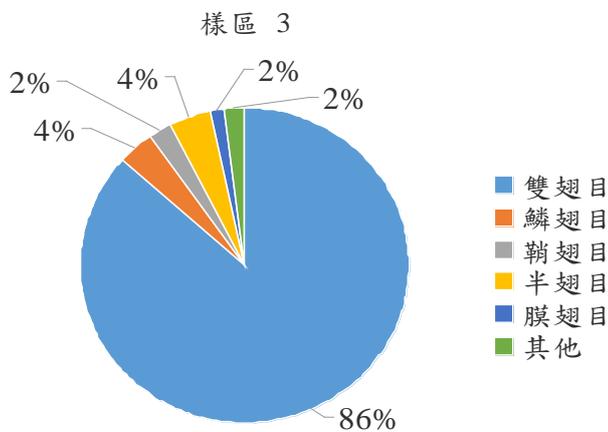
a.



b.

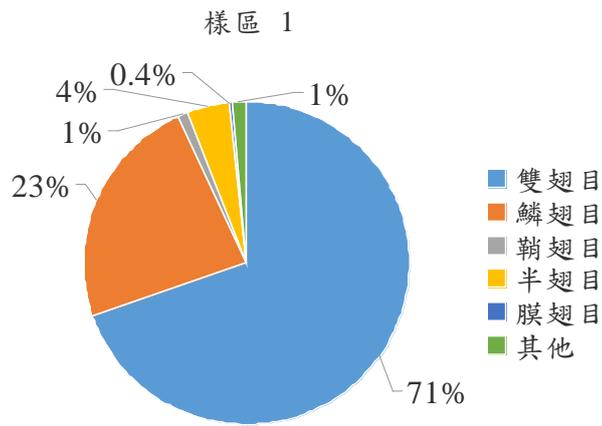


c.

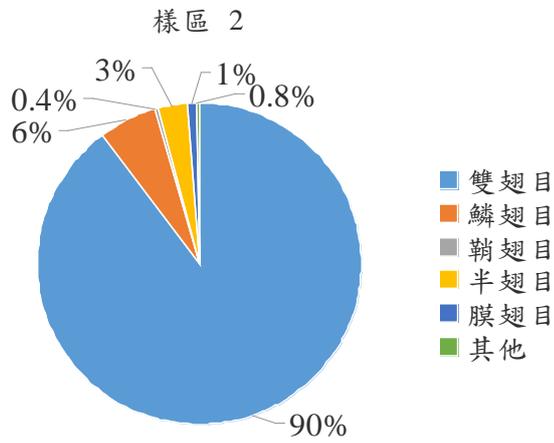


圖十一、10月18日昆蟲誘集用燈具於三個實驗樣區誘集昆蟲種類百分比。

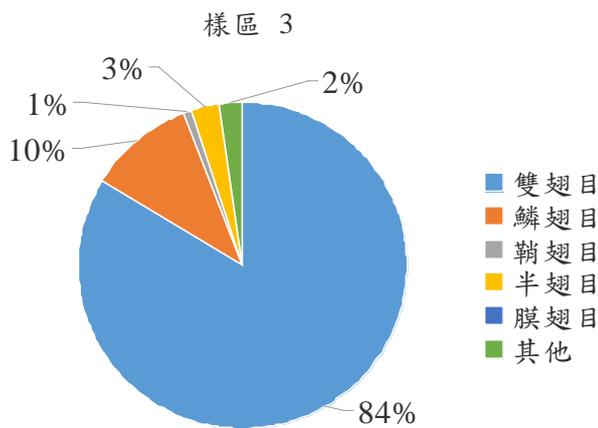
a.



b.

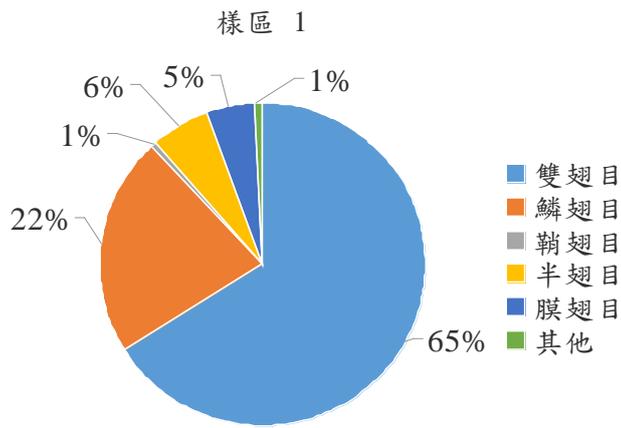


c.

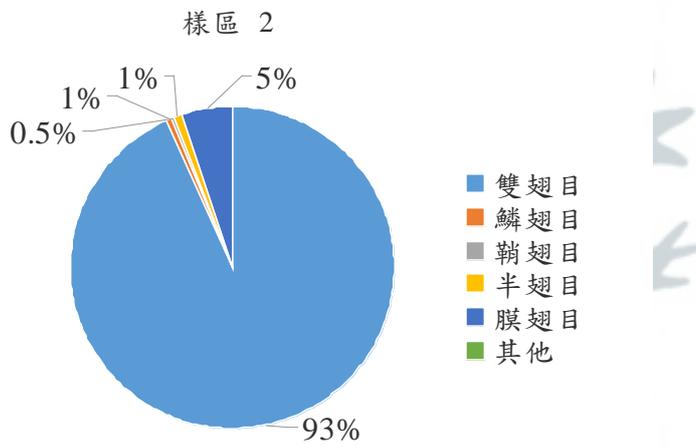


圖十二、10月25日昆蟲誘集用燈具於三個實驗樣區誘集昆蟲種類百分比。

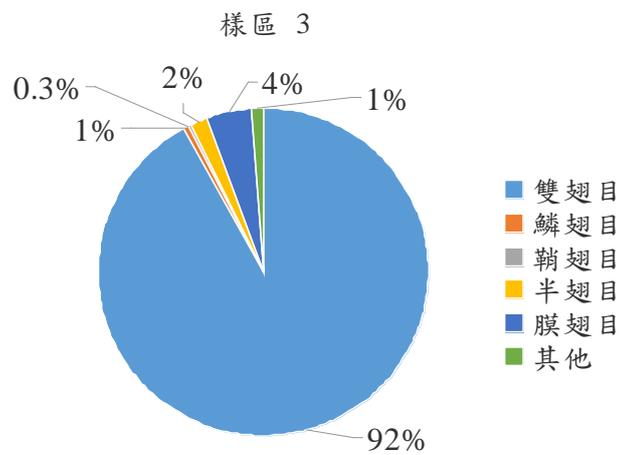
a.



b.

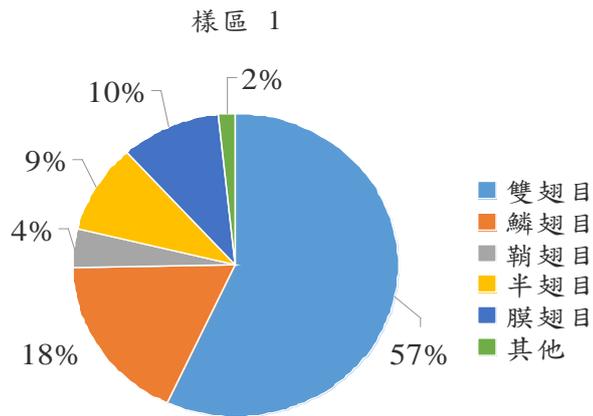


c.

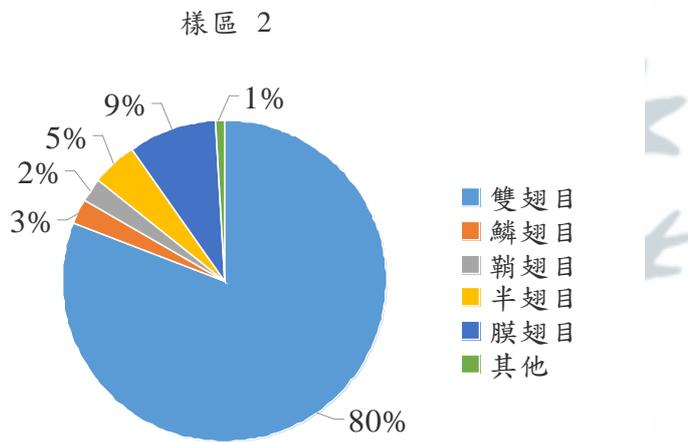


圖十三、11月8日昆蟲誘集用燈具於三個實驗樣區誘集昆蟲種類百分比。

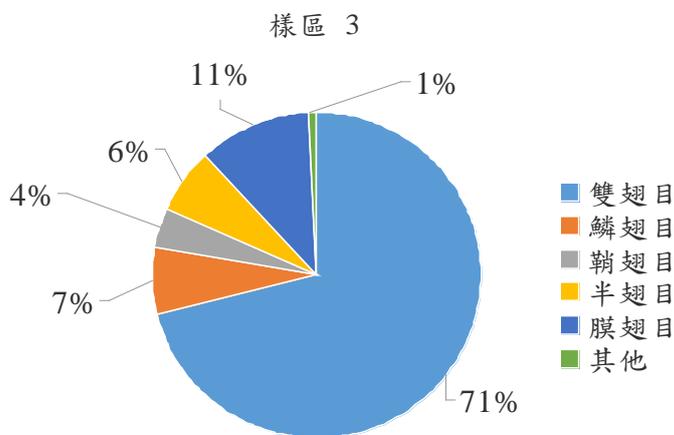
a.



b.

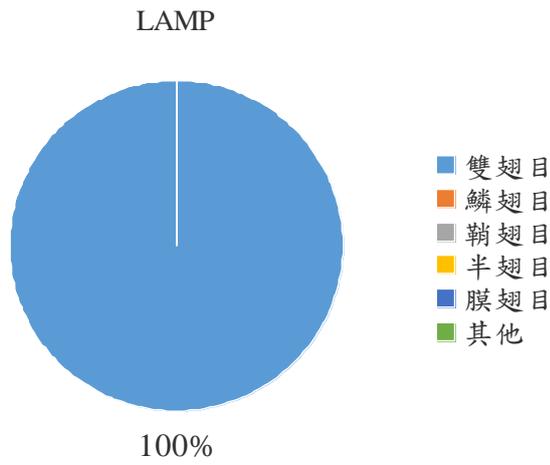


c.

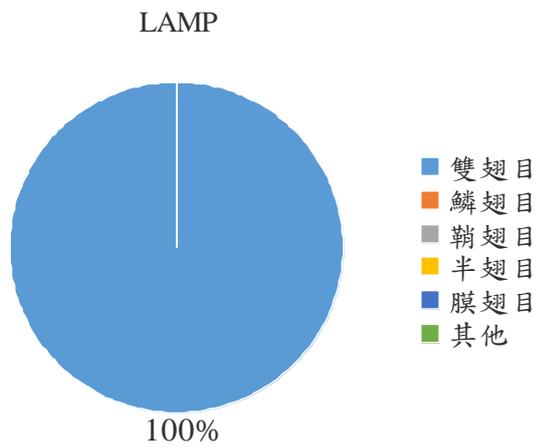


圖十四、11月15日昆蟲誘集用燈具於三個實驗樣區誘集昆蟲種類百分比。

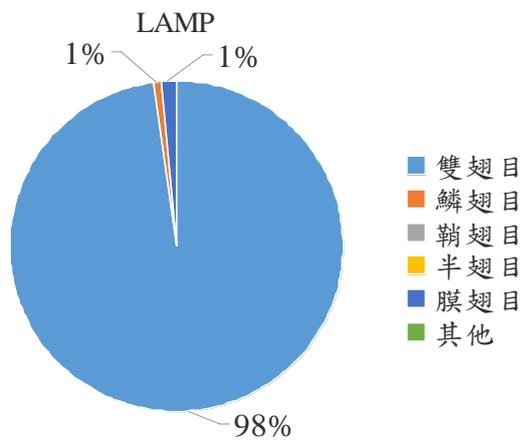
a.



b.



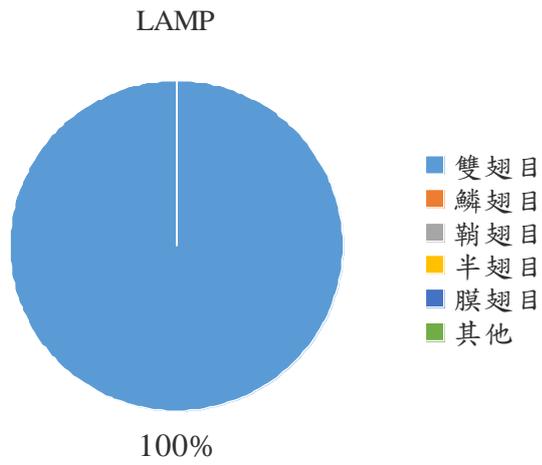
c.



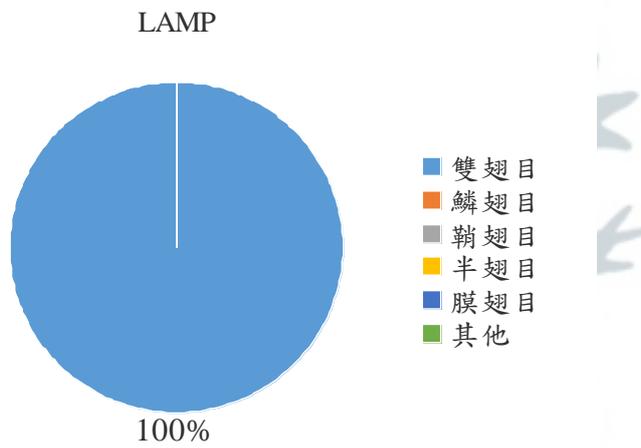
圖十五、9月份LED燈具誘集昆蟲種類百分比。

a. 9月18日。b. 9月21日。c. 9月28日。

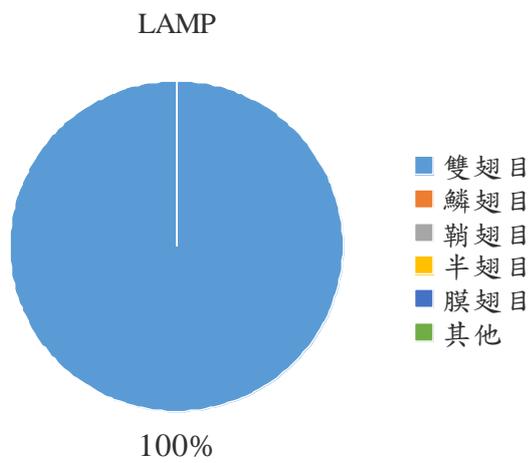
a.



b.



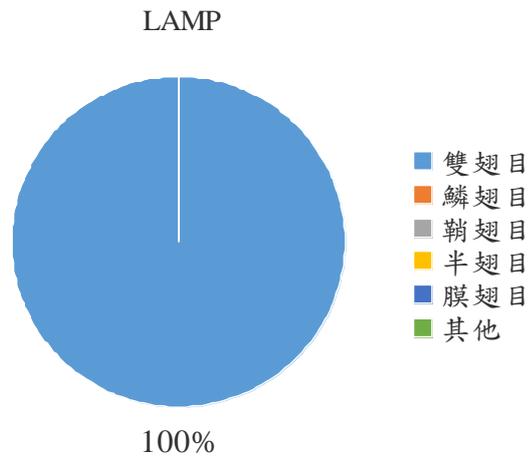
c.



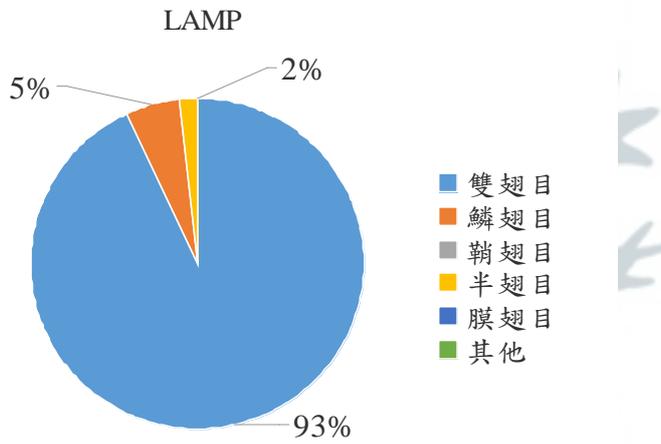
圖十六、10月份LED燈具誘集昆蟲種類百分比。

a. 10月11日。b. 10月18日。c. 10月25日。

a.



b.



圖十七、11 月份 LED 燈具誘集昆蟲種類百分比。

a. 11 月 8 日。b. 11 月 15 日。