

表一 光度對養雞場家蠅聚集之影響

Table 1. The effect of light intensity on aggregation of the house fly (*Musca domestica*) in a poultry farm (Potzu, Chia-yi. March 23, 1991)

Treatment	Light intensity(Lux)		Temperature(°C)		No. of flies/15x50cm	
	Luminous	Shaded	Luminous	Shaded	Luminous	Shaded
1st expt.						
Area 1	24000	2380	36	29	25	3
Area 2	23500	5800	38	31	18	1
Area 3	23200	7450	40	30	9	4
Area 4	23000	8730	37	29	21	1
Mean					18.25	2.25
2nd expt.						
Area 1	23400	1720	43	31	0	32
Area 2	23200	4720	40	29	5	15
Area 3	22900	7200	41	30	6	13
Area 4	22800	7130	41	29	2	8
Mean					3.25	17

t-test showed that differences between means were significant (p<0.05) in the luminous and shaded areas.

1st expt.: t=4.5949 (p=0.0037)

2nd expt.: t=2.5506 (p=0.0435)

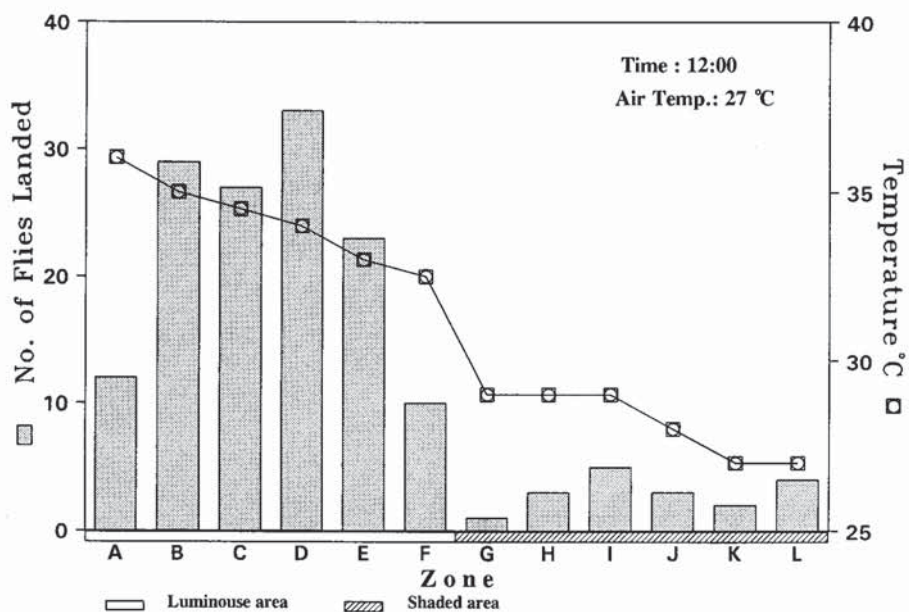
表二 家蠅停留區光度與溫度之變化

Table 2. Landing of the house fly (*Musca domestica*) under different light intensities (L.I.) and temperature in luminous and shaded areas (Potzu, Chia-yi. November 14, 1990)

Hours	Temp. (°C)	Luminous area			Shaded area		
		L.I. (Lux)	Temp. (°C)	No. of flies	L.I. (Lux)	Temp. (°C)	No. of flies
07:00	14.5	-	-	-	780	14.5	0
07:30	15.0	3360	16.5	18	1820	15.0	0
08:00	16.5	4440	21.0	63	2210	16.5	0
08:30	18.0	8150	28.0	151	3110	17.5	0
09:00	19.0	21400	30.5	149	2890	19.0	2
09:30	21.0	66800	33.0	218	2490	20.0	0
10:00	21.5	99200	34.0	158	3170	23.0	0
10:30	22.5	147000	37.0	56	3210	23.0	1
11:00	23.0	135000	37.5	64	3420	23.0	2

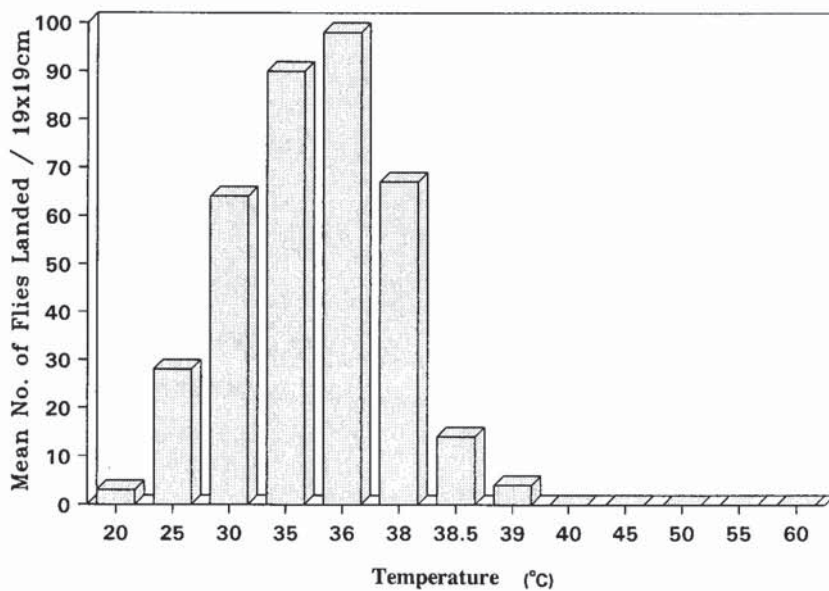
數目卻有明顯的差異。由表一中可看出，第一次試驗在光照處的家蠅平均蟲數 18.25 顯著多於陰影區之平均蟲數 2.25 ($t = 4.5949$, $df = 6$, $p < 0.01$)，第二次試驗在光照區之平均蟲數 3.25 則顯著較陰影

區平均蟲數 17 為少 ($t = 2.5506$, $df = 6$, $p < 0.05$)。類似的結果亦可從表二看出，陰影區的光度在上午八點以後均維持在 10^3 Lux 上下，與光照區 7:30-8:00 間的光度相近，然停留蟲數亦有明顯不



圖二 寒冬季節家蠅在養雞場水泥地面之分布。

Fig. 2. Distribution of the house fly on the ground in a poultry farm during the cold season.



圖三 養雞場家蠅的趨溫效果。

Fig. 3. Thermotaxis of the house fly in a poultry farm.

同。由此判斷家蠅聚集不受光度的影響；但當光度達 10^5 Lux 時，光照區停留之家蠅數目則明顯下降。因此亦不能排除家蠅對光度本身具有選擇作用之可能性，惟有待進一步試驗證明。

討論家蠅對光與顏色之反應的報告不少 (王等, 1989; Green, 1984; Pickens, 1989)。Green (1984) 指出家蠅對波長 550nm 的光刺激反應最強烈；王等 (1989) 亦提到黃色與橙色對家蠅具有較佳的誘引效果。Zotov and Fedosov (1983) 提到微弱的光線即可啟動家蠅的活動；另外，光效應也確實可影響視覺而調節家蠅的活動周期 (Gunning and Shipp, 1976)。至於亮度變化對家蠅聚集之影響，近年則鮮有報告；惟 Hecht (1970) 曾提到家蠅在某些狀況下會處在亮處與暗處交接處，然他並未進一步說明是視覺上的生物特性或因光度變化而造成的效果。

溫度對家蠅聚集之效應

受日照影響，地面溫度形成縱向遞變，本實驗以每一橫列格子內家蠅總數為一記數單位，觀察溫度變化對家蠅聚集的影響時發現，日照區地表溫度低於 30°C 時，家蠅很少於地面處活動；低於 20°C 時則幾乎未見家蠅活動的跡象 (圖一)。隨日照增強，地表溫度漸升，此時家蠅明顯活動於 $30-38^\circ\text{C}$ 間之日照區域 (圖一, D)。陰影處則由於溫度均維持低於 30°C 狀態，因此家蠅在此區域活動相對的減少，由此亦可看出家蠅對溫度的趨性應是有特定範圍的。當日照區地面溫度高於 40°C 時，家

蠅會明顯地驅避於陰影處，且多聚集在陰影初形成的地方，該處溫度約為 36°C (圖一、E)。然在 1990 年 11 月 14 日的調查中，由於寒流來襲，故自陽光投射至地面起至當日下午遮陰覆蓋整個地面為止，地表溫度從未升至 38°C 以上，該日家蠅均活動於日照區，且未曾出現家蠅聚集的現象；圖二所示，乃該日地表溫度最高時，家蠅於水泥地面分布之情形，由圖中可看出停留於日照區的家蠅明顯多於陰影區。此結果可進一步作為溫度對養雞場家蠅之聚集具有極大影響之佐證。

日照中所含的因子除光度與溫度外，尚有許多如輻射、紫外線等其他因子存在，上述試驗進行時，雖僅探討光度及溫度兩種影響因子，由表一及圖一之結果可見溫度變化對家蠅聚集之影響大於光度，然由於未針對其他因子進行測試，因此只憑上述調查數據尚不足認定溫度就是引起家蠅聚集行為的主要因子。為進一步確定家蠅的聚集行為主要是受溫度因素之影響，以人工加熱板進行試驗。結果，於陰影區設定 36°C 之加熱板顯較置於日照區溫度維持相當於地表溫度 26°C 之加熱板更能吸引成蠅聚集 (表三)，此似乎說明溫度為養雞場家蠅聚集的主要影響因子之一；這個結果亦可由表二光度與溫度對家蠅聚集之影響見之。

溫度對昆蟲的發育及各種生理代謝均有極大之影響。Buchan and Sohal (1981) 就指出家蠅的活動 (physical activity)、步行 (walking) 及飛翔 (flying) 均隨溫度升高而增強。另外，溫度尚能影

表三 養雞場家蠅聚集之溫度效應
Table 3. Effect of temperature on aggregation of the house fly (*Musca domestica*) in a poultry farm (Potzu, Chia-yi, December 18, 1990)

Temperature ($^\circ\text{C}$)	Environment condition	No. of flies/ $42\times 20\text{cm}$
		Mean \pm S.D.
36	Shaded area	112.25 \pm 50.06a*
20	Shaded area	3.75 \pm 3.74c
26	Luminous area	26.00 \pm 2.22b

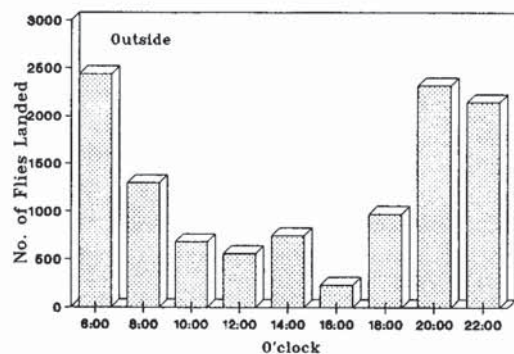
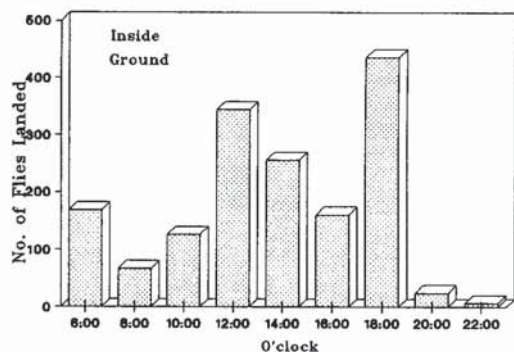
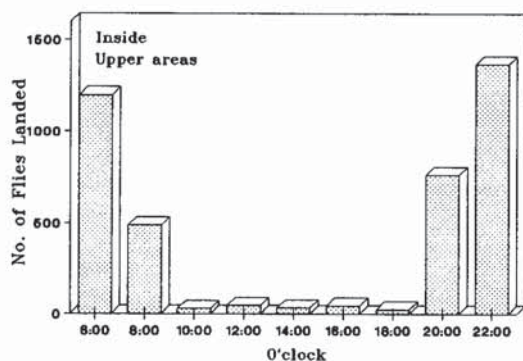
*Different at 5% level of significance (Duncan's multiple range test)

響家蠅的生理活性 (Ragland and Sohal, 1976)、壽命及產卵率 (Fletcher, *et al*, 1990)、脂肪代謝 (Sohal *et al*, 1985) 以及粒線體的呼吸 (Wood and Nordin, 1980)。Elvin and Krafur (1984) 亦指出雌性家蠅卵巢發育速率與溫度呈正比。

進一步以人工加熱板進行選溫試驗，結果顯示家蠅對特定範圍溫度確有偏好性，由圖三可見 30-38 °C 間之溫度對家蠅較具吸引力；其中，家蠅在 35-36 °C 聚集效果最為明顯，兩溫度效應無顯著差異，聚集效果次佳的溫度分別為 30 °C 及 38 °C (Duncan's multiple rangetest, $t < 0.05$)。低於 30 °C 或高於 38 °C 家蠅不發生聚集；此結果與調查家蠅在水泥地面之分布的結果相符，由圖一可看出家蠅多停留在上述溫度範圍。Semakula, *et al*. (1989) 曾指出家蠅的飛行行為須有溫度的累積效應。本試驗所觀察到的家蠅會在高溫範圍產生聚集行為，其原因不明。至於，對此範圍溫度的偏好是否具有某種特殊的生理意義，則有待進一步探討。

養雞場家蠅之全日活動

圖四顯示，雞舍家蠅成蟲的全日活動情形。在養雞場實際觀察家蠅的活動中發現，清晨時，家蠅仍停留在雞舍內之屋頂處或近屋頂處之物體上，如鐵線、柱子或塵封之蜘蛛網上；以及雞舍外之雜草、小樹叢、玉米之葉背處。當陽光照射到養雞場時，家蠅開始活動，並逐漸由上往下及由外往內移動。最初會在光照處之柱子或其它物體停留，繼而飛翔、活動於雞舍內外之空間內；約 9-10 點時，在地面活動之家蠅明顯增多，尤以雞糞及掉落潑濕之雞飼料上最為明顯。類似活動持續進行至中午時分，當日照及溫度均達某種程度時，家蠅活動範圍會由光照處移至陰影處。午後，家蠅再度活動於光照處或雞舍內；至傍晚家蠅多離開雞舍內，轉而在緊鄰雞舍之四周活動。日落後，家蠅又回到雞舍頂部或養雞場四周的雜草及樹叢上，家蠅停留後即呈靜止狀態，整夜不再活動。此時即使以調至其日間聚集高峯之溫度的人工加熱板擺放在家蠅停留處 5 公分範圍內亦無法吸引家蠅產生任何活動。直到翌



圖四 雞舍各部家蠅成蟲不同時間之分布數目。
Fig. 4. Numbers of adult house flies on different parts of a chicken house at various times of a day.

日早晨家蠅又開始周而復始的一天的活動。

Anderson (1964) 在美國加州進行類似的觀察中指出，養雞場蠅類夜間多棲息於雞舍天花板或其

四周的雜草、樹叢上，停留時間長達 12-16 小時。其中，家蠅白天活動與太陽的移動有關 (follow the sun)；且每天會出現一至二個活動高峯，分別是主高峯 16:00 - 18:00 及次高峯 11:00 - 13:00，而高峯的出現與否與溫度有絕對的關係。Semakula, *et al.* (1989) 則認為家蠅活動範圍應在 20-38 °C 之間，不過主高峯出現在中午，次高峯則為傍晚。Zotov and Fedosov (1983) 更提出家蠅的活動高峯有雌雄之分，據他們在蘇聯的觀察，雌蠅只在白天活動，且只有一個出現在中午的活動高峯；雄蠅則會有兩個活動高峯，分別出現在白天及夜間。但上述觀察均未提到家蠅的聚集現象，據推測，這可能是氣候因素的影響，其中又以溫度為最可能的影響因子，因為 Anderson (1964) 提到只有在 78 °F 的所謂暖日 (warm days) 才會出現次高峯，而嘉義地區的氣溫即使在冬季亦相對高出許多。

光與溫度就如同家蠅活動的環境啟動因子 (Zeitgeber)，兩者共同啟動、調節家蠅的日周律動 (Zotov and Fedosov, 1983)。在朴子的觀察，家蠅的日周律確實會隨季節與氣候而有所變化，當寒流來襲或陰天時，養雞場家蠅的活動周期雖類似於有光照之晴天。惟活動範圍多在雞糞、雞飼料或雞舍中層之設施上，極少降至水泥地面活動；且活動周期明顯縮短，不但上午開始活動的時間延後，傍晚四點左右家蠅亦多已回到棲息處，據觀察此仍是溫度效應之影響。在這種氣候條件下，該日之水泥地面從未出現家蠅聚集的行為 (圖二)，因此我們認為，養雞場家蠅在水泥地面的聚集行為不是一種日周律動的現象，而是一種由溫度效應所引發的行為反應。

結 論

家蠅在養雞場產生的聚集行為，溫度為主要的影響因子；寒流來襲的低溫氣候就無法引發家蠅的地面聚集。而在養雞場衆多如取食、產卵等家蠅誘

引因子環境下家蠅仍能由溫度效應引發聚集行為反應；加上家蠅對特定範圍之溫度具有聚集偏好，因此推論 30-38 °C 之高溫乃家蠅為某種特殊生理活動而進行有效積溫的累積。光度對家蠅的活動應有其影響，惟對聚集行為不具影響力。此外，在觀察養雞場家蠅之全日活動情形時得知，家蠅出現在養雞場水泥地面的聚集行為不能視為日周律之活動。

由害蟲防治的觀點上，昆蟲的聚集是一種可加以利用的行為；Shipp and Otton (1976) 就曾探討家蠅日周律與殺蟲劑使用時機的關係，並得到良好的結果，因此本文發現養雞場家蠅對特定溫度的偏好行為，或可提供為有效防治家蠅之參考。

誌 謝

本試驗進行期間承蒙趙榮台博士提供寶貴意見，梁振鈞先生技術協助；以及行政院環境保護署補助部分研究經費 (計畫編號：EPA-80-E3J1-09-01) 在此一併誌謝。

參考文獻

- 王正雄、侯豐男、唐立正、李學進。1989。垃圾堆積場蒼蠅生態之調查研究及防治方法芻議。臺灣環境保護 3: 44-71。
- 侯豐男、唐立正、莊益源、杜武俊。1990。垃圾場蠅類綜合防治之研究(1)。行政院環境保護署研究報告。23 pp.
- Anderson, J. R. 1964. The behavior and ecology of various flies associated with poultry ranches in northern California. Calif. Mosquito Contr. Assoc. 32: 30-34.
- Buchan, P. B., and R.S. Sohal. 1981. Effect of temperature and different sex ratios on physical activity and life span in the adult housefly, *Musca domestica*.

- Exp. Gerontol. 16: 223-228.
- Elvin, M. K., and E. S. Krafur.** 1984. Relationship between temperature and rate of ovarian development in the house fly, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). Ann. Entomol. Soc. Amer. 77: 50-55.
- Fletcher, M. G., R. C. Axtell, and R. E. Stinner.** 1990. Longevity and fecundity of *Musca domestica* Diptera Muscidae as a function temperature. J. Med. Entomol. 27: 922-926.
- Green, C. H.** 1984. A comparison of phototactic responses to red and green light in *Glossina morsitans morsitans* and *Musca domestica*. Physiol. Entomol. 16: 165-172.
- Gunning, R., and E. Shipp.** 1976. Circadian rhythm is endogenous nerve activity in the eye of *Musca domestica* L. Physiol. Entomol. 1: 214-248.
- Hecht, O.** 1970. Light and color reaction of *Musca domestica* under different conditions. Bull. Entomol. Soc. Amer. 16: 17-78
- Keiding, J.** 1986. The house fly biology and control. WHO vector control services. WHO/VBC/86. 937. 58pp.
- Pickens, L. G.** 1989. Relative attractiveness of paired BL and BLB fluorescent bulbs for house and stable flies (Diptera: Muscidae). J. Econ. Entomol. 82: 535-588.
- Ragland, S. S., and R. S. Sohal.** 1976. Ambient temperature, physical activity and aging in the housefly, *Musca domestica*. Exp. Gerontol. 10: 279-289.
- Semakula, L. M., R. A. Taylor, and C. W. Pitts.** 1989. Flight behavior of *Musca domestica* and *Stomoxys calcitrans* (Diptera: Muscidae) in a Kansas dairy barn. J. Med. Entomol. 26: 501-509.
- Shipp, E., and J. Otton.** 1976. Circadian rhythms of sensitivity to insecticides in *Musca domestica* (Diptera, Muscidae). Entomol. Exp. Appl. 19: 163-171.
- Sohal, R. S., A. Mueller, B. Koletzko, and H. Sies.** 1985. Effect of age and ambient temperature on N Pentane production in adult housefly *Musca domestica*. Mech Ageing Dev. 29: 317-326.
- Wood, F. E., and J. H. Nordin.** 1980. Temperature effects on mitochondrial respiration of *Protophormia terranova* and *Musca domestica*. Insect Biochem. 10: 95-99.
- Zotov, V. A., and S. A. Fedosov.** 1983. Daily rhythm of activity in the house fly (*Musca domestica*) and its regulation by light and temperature. Zoologicheskii Zhurnal. 62: 1514-1527. (abstract)

收件日期：1991年6月8日

接受日期：1991年6月18日