



Formosan Entomologist

Journal Homepage: entsocjournal.yabee.com.tw

【Research report】

東方果實蠅複眼視葉細胞之視野【研究報告】

吳京一¹、童麗珠²、林金盾²

*通訊作者E-mail :

Received: Accepted: 1987/01/10 Available online: 1987/03/01

Abstract

摘要

本研究實驗材料為實驗室所培育之東方果實蠅，在蛹羽化3-6天後的雌雄成蟲，在其複眼周圍不同位置給予光刺激，記錄視葉細胞內反應所產生之活動電位。光點移動後，所得之視葉細胞活動電位是雙相性電位(過極化及去極化)是其特色。所得之結果：1.東方果實蠅視葉細胞的視野似為一同心圓。它是依在視葉細胞周圍不同位置給予不同波長光刺激所產生的細胞內反應所繪出的圖形。 2.此視界與其他的研究比照，認定為B型的視野模式。

Key words:

關鍵詞:

Full Text:  [PDF\(0.33 MB\)](#)

下載其它卷期全文 Browse all articles in archive: <http://entsocjournal.yabee.com.tw>

東方果實蠅複眼視葉細胞之視野

吳京一¹ 童麗珠² 林金盾²

¹師範大學生物研究所

²師範大學生物學系

(接受日期：民國76年1月10日)

摘 要

本研究實驗材料為實驗室所培育之東方果實蠅，在蛹羽化 3~6 天後的雌雄成蟲，在其複眼周圍不同位置給予光刺激，記錄視葉細胞內反應所產生之活動電位。光點移動後，所得之視葉細胞活動電位是雙相性電位（過極化及去極化）是其特色。所得之結果：

1. 東方果實蠅視葉細胞的視野似為一同心圓。它是依在視葉細胞周圍不同位置給予不同波長光刺激所產生的細胞內反應所繪出的圖形。
2. 此視界與其他的研究比照，認定為B型的視野模式。

緒 論

一般昆蟲的頭部都有一對向外突出之複眼，因此其視野 (Visual field) 就包含有廣大的範圍方向。以 *Notonecta* 為例，其一複眼之視野，在水平方向可達到 246°，而垂直方向即含有全視野 360°。這些視野在兩複眼是可重疊 (Overlap)，可見其視野範圍極大，而 Anisoptera, Tabanidae 及 Syrphidae 來說，其複眼向上突出，視野更可謂為全視野性 (Holoptic condition, Chapman, 1969)。惟這些視野之測定，是以整個複眼為對象，而不是以單一個眼 (Ommatidium) 為對象。反之，所謂受容野 (Receptive field)，即以個眼中，單一視細胞 (Retinula cell) 為對象所求出的。大多數昆蟲單眼之受容野範圍極窄，約在 3~5° 的範圍 (Jarvilleto 1978; Laghlin 1975; Mimura 1981)。

昆蟲對光線刺激之反應處理，除視細胞參與這工作外，存在於個眼和腦間之視葉，亦佔極重要的位置。它含有 Lamina ganglionaris (或 Lamina cell) (Mimura, 1976c)、Medulla、Lobula 之三部分。而尤其對視覺情報之處理，Lamina 部分有極密切的關係 (吉田正夫, 1975; 立田榮光等, 1980)。Mimura 曾以肉蠅 *Calliphora stygia* 的 Lamina cell 為實驗對象，測得 Lamina 細胞的受容野為 50°~70° 的廣範圍 (Mimura, 1976a; 1976c)。但未測定視野。本研究即欲測定果實蠅的 Lamina 細胞的視野，並找出視野與受容野間之關係。

材 料 及 方 法

實驗動物取自果實蠅實驗室。自果實蠅蛹孵化後一週內的東方果實蠅供本實驗之用。動物經低溫

麻醉後，以臘保定在有適當斜度的果實蠅固定板上，而後將固定板置於自由能迴轉的轉臺上，以便插入微細玻璃電極及直接在個眼上給與光刺激。在放大鏡觀察下，在果實蠅胸部插入鎢絲，以石臘保定，當做無關電極 (Indifferent electrode)。再以極銳利之細鋼絲挑開右複眼赤道上半部外側部位 2~3 個個眼之晶體 (Lens)，以便在這個孔內插入微細玻璃電極，內裝有 3 M KCl 溶液，先端電阻為 150~200 M Ω)。藉著微細電極微動儀將此電極自此個眼中，直接斜插入複眼內，欲能插入另外完整個眼之 Lamina cell 內。

光源是利用 80 瓦氙弧燈 (Xenon arc lamp. A. O.)，通過 1 mm 直徑之石英光導管，置於個眼之正前方 11.5 公分處。此處當原點 ("O" point)。將電極插入 Lamina cell (其靜止電位 30~40 mV) 後，須暗適應 30 分鐘後才開始做實驗。光源在原點的平面上，做上下左右各種角度之移動，以示波儀觀察活動電位的變化並連續攝影記錄之。以 Washizu 等方法，(Washizu 等 1964) 測定各種單色光刺激所得之活動電位振幅。欲畫出該 Lamina cell 之視野的指標。

光刺激之持續時間始終為 300 m sec，而各波長之單色光 (319、350、437、490 nm) 即透過適當之衰減濾片而得。衰減之各光強度以 log. 來表示之。

結 果

1. Lamina cell 之活動電位：

電極插到 Lamina cell 後，以中等強度之光度，(log.-1.5)，持續時間 300 msec 單色光刺激個眼，可得到雙相性之活動電位。其振幅約僅有 10~12 mV，其去極化 (Depolarization) 的過程中，不會產生尖形電位 (Spike potential)，而在刺激開始時，先有極短時間之過極化 (Hyperpolarization) 其後有一平峯 (Plateau)，而在刺激終了後，亦有極短時間的去極化。使用最大的光強度刺激，只能增加其振幅，亦不會產生尖形電位，同時全部電位中一直有 0.5~1 mV 之雜電位 (Noise) 存在，這雜電位似乎與刺激之光強度及波長無關 (圖一 A)。

2. 刺激強度—反應曲線 (Intensity-response curve)

Lamina cell 接受光刺激後，會產生活動電位，其電位之大小與光刺激強度有直接關係。一般而言，光刺激強度 (Intensity) 愈強，活動電位愈大；反之，會愈小。以全光強度為 log. 0，再用衰減度不同的濾片，衰減其光強度而用此各種不同的光強度的光刺激個眼，求得的活動電位振幅之大小 (Goldsmith, 1965; Green 及 Cosens, 1983) 畫出刺激強度—反應曲線，如圖一 B，由此圖可知其曲線成「S 曲線」(Sigmoid curve)。

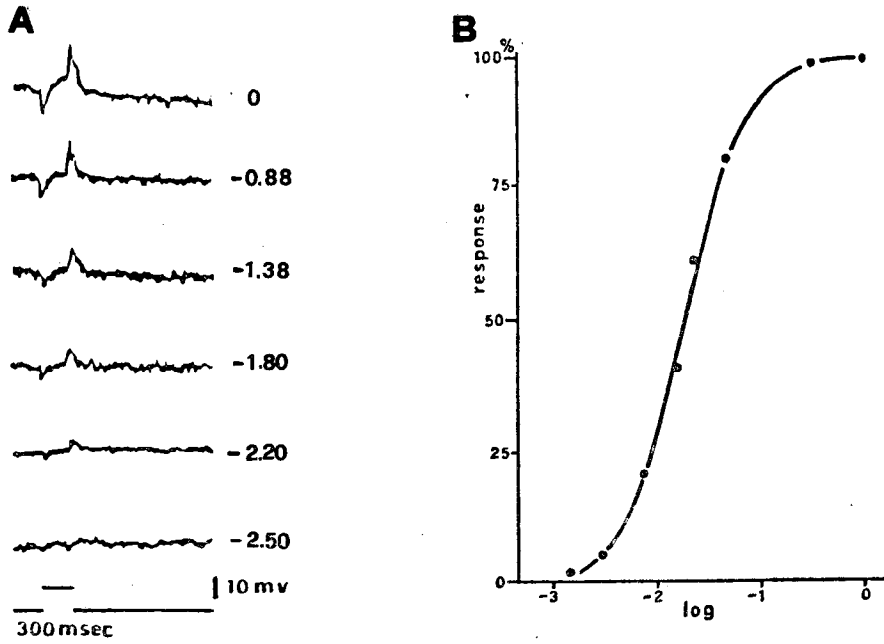
3. 視野內之活動電位

電極插至 Lamina cell 後，同一強度之光源以 "O" 點為中心，左右上下每次移動 10°，記錄其移動度數及活動電位變化。如果以 "O" 點為原點，將視野分成四個象限 (即第一、二、三、四象限)。對右複眼而言，不同象限內之光源刺激，可引起不同振幅之活動電位。以第一象限之活動電位最大，第四象限活動電位次之。而在第二、三象限活動電位頓時減少為 25~50%。一般是以 "O" 點為中心分隔的上、下象限，活動電位皆以上象限比下象限大 (圖二)。

4. Lamina neuron 的視野

以 "O" 點為中心，將光點在此平面各象限上移動，再用同一強度及波長之光刺激，記錄此光源在不同角度上所產生的活動電位。將所產生的活動電位振幅相近的各角度連接，即為該活動電位的視野，圖 3 表示其一部分實驗之結果，及其求視野之方法。

以各種不同波長 (319、350、437、490 nm) 之單色光刺激右複眼個視之 Lamina cell，可得略



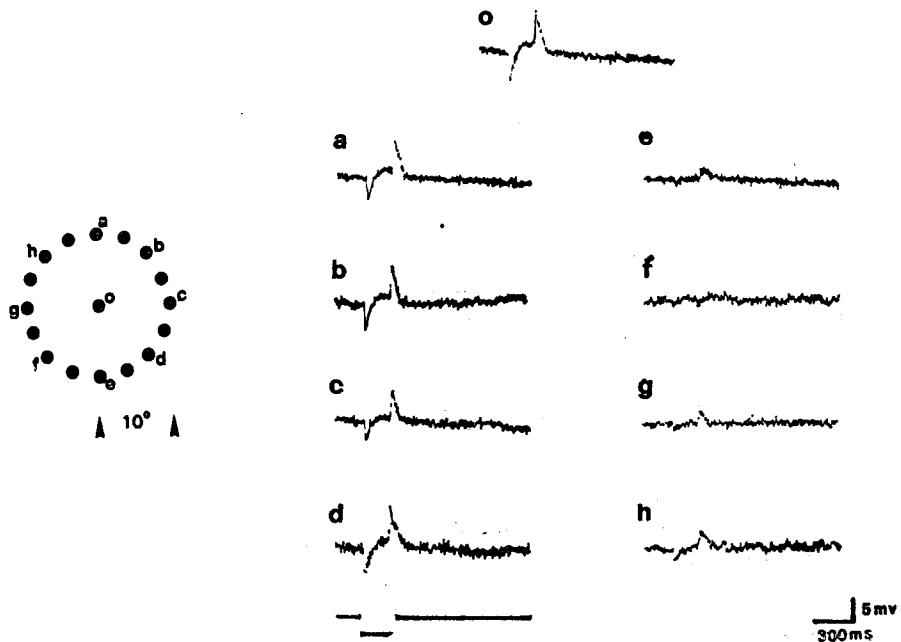
圖一A Lamina cell 受不同強度的光刺激時之活動電位變化。

右側數字：光強度（以 log 表示其強度）。

光照時間：30 m sec

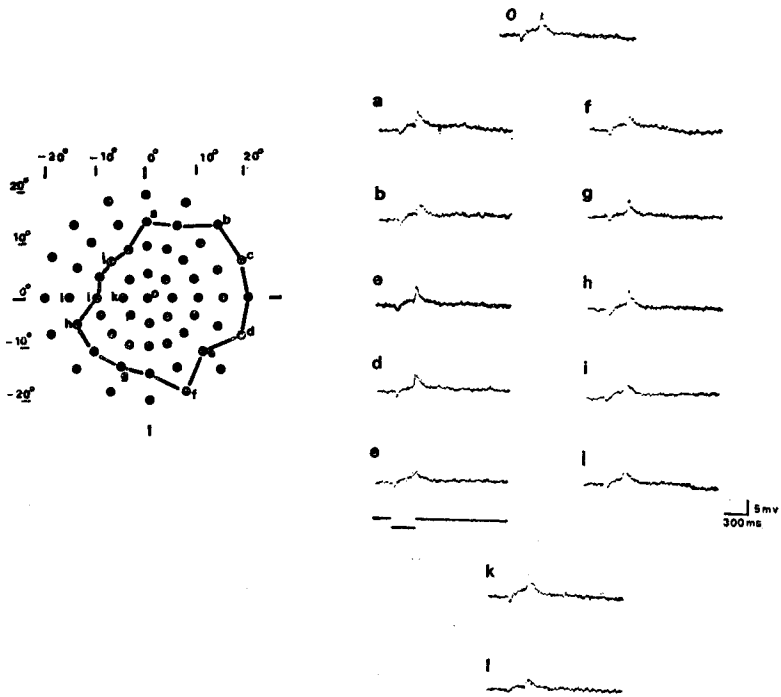
圖一B 光強度—反應—曲線 (intensity-response curve) 以各種不同強度之光刺激時

所得之反應。log 0 表示未有衰減時的光強度，其時的反應為 100%。

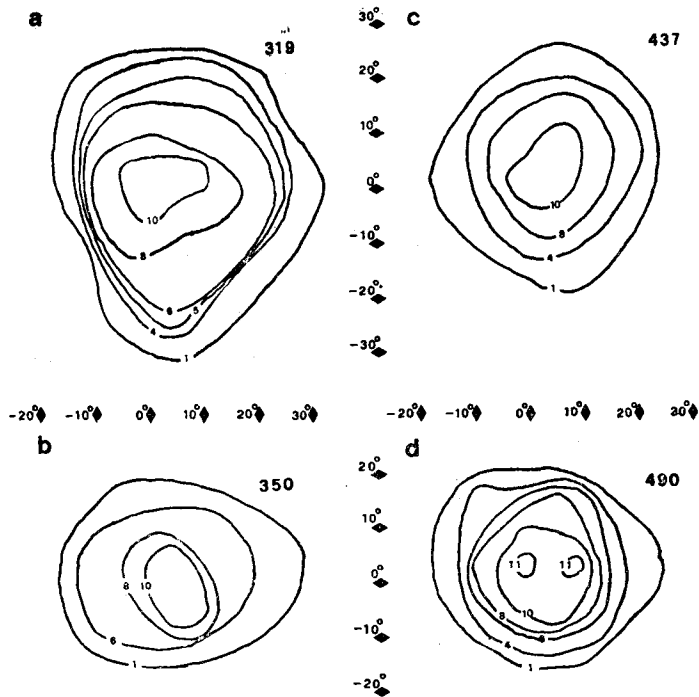


圖二 光點以原點為中心，每移動 10° 時所得之活動電位。

圖中小寫的英文字母即表示活動電位記錄位置。



圖三 以原點為中心，而求出視野的方法。光點左史、上下移動後將同一活動電位振幅各點相連接。(如圖 a~j)。
 如果得振幅不同(如圖 0, k, l)即不連接。



圖四 個眼的 lamina cell 接受各種不同波長 (319、350、437、490 nm) 光刺激所得之視野。

成同心圓的視野(圖四)。

在這四種不同波長的單色光所得之視野中，似乎沒有什麼關連。但若比較紫外光 319 nm 及 350 nm 二種單色光，可發現近可見光波長者其視野範圍較小，同時四種單色光刺激處理波長愈短者其視野愈大。

討 論

決定昆蟲複眼的單一個眼(Ommatidium)之視野，依 Washizu 及 Burkhardt 之看法可由三種方式決定(Washizu 等, 1964)。如(a)使用 Photocell 測定對個眼軸(Ommatidial axis)成垂直面的個眼薄片(Slice)上之受容光(Light acceptance)的角度(Angular limit)來決定，或(b)光點在空間中移動時，在視神經節(Optic ganglion)或視神經上所得之活動電位之變化來決定，或(c)測定複眼對正在迴轉中畫有黑白條紋的滾筒(Rotating drum)之解像能力，來計算其視野。用(a)方法即 Autrum 及 Wiedemann, Kuiper 等人，用(b)之方法即有 Burtt 及 Catton, Kuiper 等，而用(c)之方法有 von Gavel, Hassenstein, Autrum 等人決定視野(Washizu 等, 1964)。

以同一種昆蟲用上述三種方法，其所得的結果相差甚大。如蠅 *Calliphora* 之個眼，Autrum 及 Weidemann 用(a)法測得之視野為 7.6°；而 Kuiper 用(b)法測得 20~30°；而 Autrum 用(c)法測得 2.5°(Washizu, 等, 1964)。

本實驗是用(b)法來測定視野，因為此法比(a)、(c)二法較簡單且迅速。由果實蠅複眼微細構造(Wu 等, 1985)及其他蠅類(Agee 1977, Davis 等 1983, Williams 1981)之研究，可知視細胞之軸突可穿過基底膜(Basement membrane)，進入視神經葉(節)(Lamina ganglionaris)，而 R₁ 及 R₂ 的視細胞軸突到神經葉後與 Lamina cell 形成突觸。用微動裝置，將電極插入複眼(右複眼靠外緣赤道上 1/8 處)的 Lamina cell 內部，可記錄到負 25~30 mV 的靜止電位。如給予光刺激，電位會有過極化及去極化的方向變化，此活動電位之興奮形式即為 Lamina cell 興奮時的特徵(Mimura, 1976a; Wu 等 1985)。如果用強光刺激只增加其電位振幅，而絕不會引起尖形電位，但沒有尖形電位發生之下，神經衝動可傳至 Medulla，此即大部分昆蟲複眼興奮性之傳導(Mimura, 1976a; 1981; 吉田正夫, 1975; 立田榮光等, 1980)。

電極如插入視細胞，可記錄到負 60~70 mV 的靜止電位，給予光刺激時，只有去極化，也不會引起尖形電位，但有 50~60 mV 的同一方向(靠近 0 mV)可持續之電位變化。因此視細胞與在 Lamina 的細胞的記錄容易分辨。

這 Lamina 細胞之視野大多成圓形。惟依光波長之不同而稍有不同。一般而言，波長愈短，其視野變大(圖四)。

Mimura 在肉蠅的個眼之視細胞視野分 A、B、C、D、E、F 等六型，皆依視細胞對光點之反應型式，視野之範圍大小、形態、及個眼整列方向所定的 X、Y、Z 軸而分。其中 A 及 B 型之視野，都成圓形，前者視野比後者小，大部分為 5° 平方以下，若依視細胞之反應型式見之，前者僅有 1 峯，後者有 2 峯(Mimura, 1981)，C 型視野成星狀，而 D、E、F 視野皆成長方形，惟其延長方向與視細胞軸成水平(D 型)，成 45° 左右(E 型)及垂直(F 型)之分別。

本研究未能測定出視細胞之反應型式，惟由其視野之大小及形態見之，應屬於 B 型視野，但其確實之證據，即俟得到視細胞之反應型式才能確定。

本研究並未及測定整個複眼之視野，而僅研究單一個眼之 Lamina cell 的視野。這細胞經突觸接受由視細胞傳來的視訊息(Visual information)，才能產生視野(Laghlín, 1975)。另外本研究亦未能如前述之(a)法求出角感度(Angular sensitivity)，以計算其每一個眼之受容野(Mimura, 1976b; 1976c; Washizu, 1964)。因此由受容野所計算出的視野，與本實驗所求出的視野有何差異

，仍爲極有興趣之問題。

誌 謝

本研究承行政院國家科學委員會補助經費 (NSC 74-0201-B003-05)，得以順利完成，謹此誌謝。

參 考 文 獻

- 吉田正夫 1975 光感覺。東京大學出版會。東京 pp. 121-146。
- 立田榮光、三村圭一、富永佳也、小原嘉明 1980 昆蟲神經生物學。培風館。東京 pp. 51-135。
- Age, H. R., W. A. Phillis, and D. L. Chambers 1977. The compound eye of the Caribbean fruit fly and the apple Maggat fly. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 70: 359-364.
- Chapman, R. F. 1969. *The insect*. The English Univ. press, London pp. 515-542.
- Davis, J. C., H. R. Agee, and E. A. Ellis 1983. Comparative ultrastructure of the compound eye of the wild, laboratory reared and irradiated Mediterranean fruit fly. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 76: 322-332.
- Goldsmith, T. H. 1965. Do flies have a red receptor? *J. Gen. Physiol.* 49: 265-287.
- Green, C. H. and D. Cosens 1983. Spectral responses of the tsetse fly (*Glossina morsitans* Morsitans). *J. Insect Physiol.* 29: 795-800.
- Jarviletto, M. 1978. Processing of visual information in the insect retina. *Medical Biology* 56: 64-71.
- Laghlín, S. B. 1975. The function of the lamina ganglionaris. In "The compound eye and vision of insect" Horridge C. A. (ed) Clarendon press, Oxford pp. 341-358.
- Mimura, K. 1976a. Some of the information processing in the insect compound eye. *Nagasaki Univ. Nenpou* 3: 1-10.
- Mimura, K. 1976b. Analysis of visual information in lamina neurons of the fly. *J. Comp. Physiol.* 88: 335-372.
- Mimura, K. 1976c. Some spatial properties in the first optic ganglion of the fly. *J. Comp. Physiol.* 105: 65-82.
- Mimura, K. 1981. Receptive field patterns in photoreceptor of the fly. *J. Comp. Physiol.* 141: 349-362.
- Williams, D. S. 1981. Twisted in rhabdomeres in the compound eye of a Tipulid fly. *Cell Tissue Res.* 217: 625-632.
- Washizu, Y., D. Burkhardt, and P. Streck 1964. Visual field of single retinula cells and interommatidial inclination in the compound eye of the blow fly *Caliphora erythrocephala*. *Zeits fur verg. Physiol.* 48: 413-428.
- Wu, C. Y., C. S. Chang, L. C. Tung, and J. T. Lin 1985. Receptor in insect 1. The fine structure of the compound eye of the oriental fruit fly *Dacus dorsalis* Hendel. *Bull. Inst. Zool. Academia Sinica* 24: 27-38.

VISUAL FIELD PATTERNS IN LAMINA CELLS OF THE ORIENTAL FRUIT FLY

Chin-Yih Wu¹, J. T. Lin² and L. C. Tung²

¹ *Institute of Biology, National Normal University*

² *Department of Biology, National Normal University*

The experiments were performed on both sexes of the laboratory-bred fruit flies from 3 to 6 days post-emergence.

Action potentials of lamina cell were delivered by using the intracellular responses to light from different positions around the compound eye.

When the action potential of lamina cell was investigated by scanning electron microscopy with a moving light spot stimulus in surrounding different directions, the biphasic potential (hyperpolarizing and depolarizing) at 11.5 cm distance was obtained.

The results were:

1. The shapes of the visual field in the lamina cells of the oriental fruit fly were concentric. It was contoured by using the intracellular responses to light of the different wave lengths from different positions surrounding the lamina cell.

2. The shapes of these contours were assumed type "B" which had been termed by other investigator.