

投稿類別:生物篇

篇名:

蟲魂之窗—昆蟲的單眼與複眼

作者:

薛堯勵。國立台南第一高級中學。高一 1 班

指導老師:

張靜文

壹●前言

之所以會做這個題目，是因為本身對昆蟲就很有興趣，而且昆蟲的眼睛也有很多不同的樣式如：單眼就有分成側單眼和。和我們的眼睛有很大的不同，這也是吸引我把昆蟲的眼睛當做題目的原因之一。而資料的尋找除了圖書館外，維基百科也是我的主要資料來源。也期望這次的小論文的製作過程中，除了讓我更了解昆蟲的眼睛之外，也能增進自己在資料找尋和應用的能力。以下是這次小論文的結構摘要：

一、昆蟲眼睛的種類與結構

二、昆蟲眼中的世界

三、各種昆蟲眼睛的差異性與其原因

貳●正文

一、昆蟲眼睛的種類與結構

在極大多數的昆蟲頭部上，複眼佔了大部分的空間。昆蟲的眼睛大至上分為單眼與複眼。成蟲的單眼(ocelli)大約位於頭頂中央，有 1~3 個主要的功能是感覺光線的變化。而複眼是由許多的小眼(ommatidia)組成，而小眼的數量越多所看到的影像就越清晰和我們照片的畫素一樣是昆蟲的主要視覺器官。而多數完全變態昆蟲的幼蟲在頭兩側則有側單眼(stemmata)。有許多昆蟲有十分發達的複眼，如：蜻蜓有由 50000 多個小眼組成的複眼。也又昆蟲的複眼或單眼退化的，如：部份蚤目、等翅目與纓尾目(衣魚)的昆蟲。

昆蟲的眼睛大至上由角膜、晶錐體、桿狀體、網膜細胞組成。角膜和晶錐體相當於透鏡有聚光的效用。色素細胞不透光可隔離各個小眼，網膜細胞就像人類的視網膜，而桿狀體視網膜細胞的絨毛組織組成可以將接收到的光轉成電的訊號。

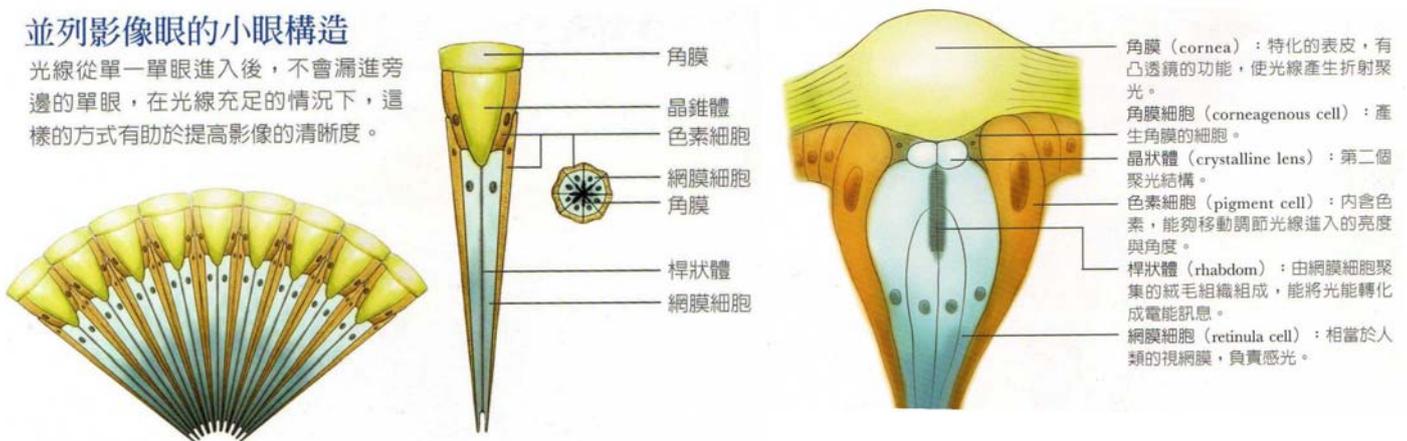
複眼分成兩種類型：並列影像眼(apposition eyes)與重疊影像眼(optical superposition eyes)。並列影像眼的小眼位為皆有一圈的色素細胞圍繞著以便讓進入每一個小眼的光線不會互相干擾，各自產生獨立的影像，而最後再將所有的單獨畫面拼湊成一個影像。重疊影像眼和並列影像眼的小眼大致相同，但並列影像眼的小眼的色素細胞白天時會將色素均勻散佈在細胞內，晚上則將色素往上移到細胞上方集中，讓其他小眼的光線也可以打到他們的網膜細胞上，增加光線的

接受量，而重疊影像眼和並列影像眼的網膜細胞位置也有不同所以在將色素往上移到細胞上方集中時，小眼間並不會出現太嚴重的干擾。所以重疊影像眼因其夜視能力的提升大多都出現在夜行性昆蟲身上。另外，有些夜行性昆蟲的小眼周圍會有小氣管來反射光線、提升感光能力，這也是為什麼有時我們晚上拿手電筒照某些蛾類時，可以看到它們的眼睛會亮亮的原因。另外，當我們看有些昆蟲，如：螳螂等。我們移動時，牠們眼中的小黑點好像也會跟著我們跑。「小黑點，也就是所謂的「偽瞳孔」。」(第二十四期 朱爺爺專欄-昆蟲中的蒙娜麗莎，2009)其實就是小眼中色素細胞的許多色素顆粒。

單眼比複眼的每個小眼擁有較多的網膜細胞和桿狀體，但是單眼角膜的焦距超越了網膜細胞所在的範圍所以只能夠感應到約略的光影變化，對昆蟲在飛行環境的偵測有很大貢獻。側單眼常出現在蝴蝶等昆蟲身上，構造簡單，也只能察覺小範圍的光影變化，所以有時能看到毛毛蟲抬起頭晃來晃去就在試圖增加所能看見的範圍。

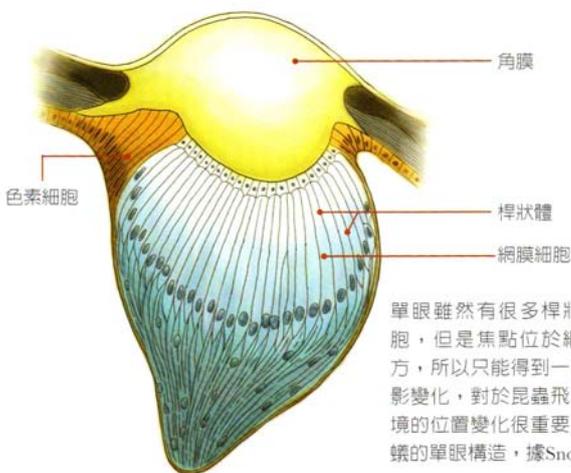
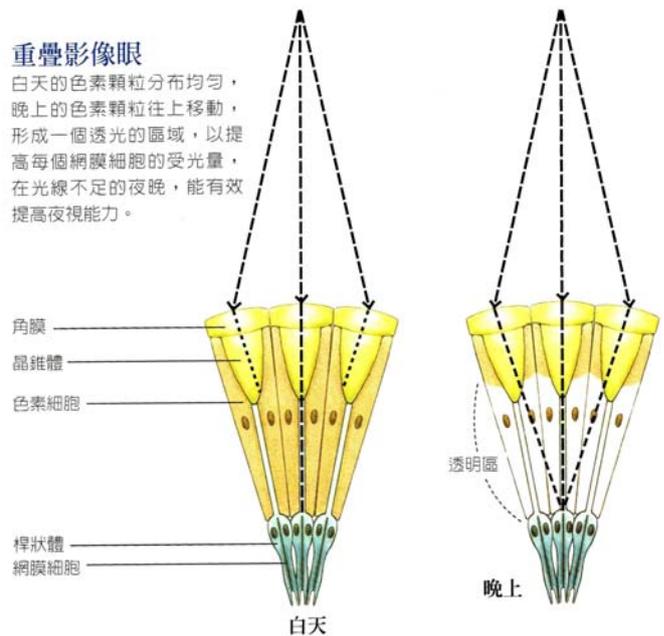
並列影像眼的小眼構造

光線從單一單眼進入後，不會漏進旁邊的單眼，在光線充足的情況下，這樣的方式有助於提高影像的清晰度。



重疊影像眼

白天的色素顆粒分布均勻，晚上的色素顆粒往上移動，形成一個透光的區域，以提高每個網膜細胞的受光量，在光線不足的夜晚，能有效提高夜視能力。

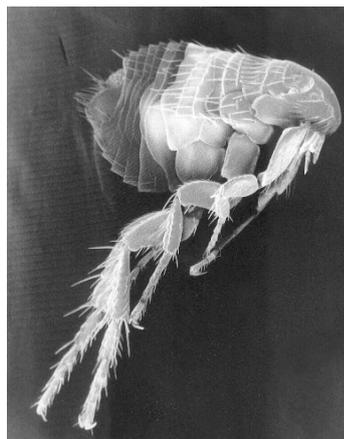


單眼雖然有很多桿狀體及網膜細胞，但是焦點位於網膜細胞的下方，所以只能得到一個大範圍的光影變化，對於昆蟲飛行時，偵測環境的位置變化很重要。(一種草地鑽的單眼構造，據Snodgrass,1935)

圖片來源：圖解昆蟲學 盧耽 商周出版社



大透翅天蛾的側單眼
蜻蜓複眼



複眼退化的跳蚤



偽瞳孔

薄翅蟬的複眼和單眼



圖片來源：圖解昆蟲學 盧耽 商周出版社。 跳蚤 維基百科。

二、昆蟲眼中的世界

前面提到昆蟲的小眼每個都有獨立的畫面，但昆蟲看到的是由每個小眼影像拼成的完整畫面，如果有物體在牠們眼前移動時，有的小眼影像消失、有的小眼影像出現，昆蟲就以此判斷物體的移動。所以在電影中有時會將昆蟲眼睛所看到的畫面表示成好幾個小畫

面並不是正確的。事實上，昆蟲看到的和我們差不多，只不過解析度會很差，像一個重度近視患者沒帶眼鏡時所看到的畫面。而且昆蟲的角膜和晶錐體都是無法改變的，所以它們只能在特定的距離有清楚的影像。而牠們也沒有分辨物體前進、後退的能力，只能分辨左右移動因此「從正面或後面捉到昆蟲的機率較大；若是從左側或右側接近，被牠發現而逃走的可能性較大。」(第二十四期 朱爺爺專欄-昆蟲中的蒙娜麗莎，2009)

爲了彌補上述的種種缺點，很多昆蟲的複眼是成圓球狀，增加偵測範圍。而昆蟲也擁有發達的動態視覺，每秒可以偵測上百張畫面，我們看起來正常的日光燈在牠們眼中可能只是一下亮、一下暗的壞掉燈管。我們眼中快速移動的物體牠們看起來卻是緩慢移動，就像是根據相對論：當物體移動速度接近光速時，時間軸拉長，所有東西看起來都成了慢動作一樣。而動態視覺也能補足解析度不足的問題，如同影片的畫素不必像照片一樣高，卻一樣擁有高清晰度一般。

另外不同的動物所能接收的光波也有所不同，昆蟲能看見的大約是橙色到紫外光的範圍，在牠們眼中的世界雖然不是沒有紅色的，但紫外光一定也幫牠們增加許多亮麗的姿色吧！



左：模擬昆蟲所見。 圖片來源：圖解昆蟲學 盧耽 商周出版社

三、各種昆蟲眼睛的差異性與其原因

昆蟲的眼睛大致上都是比較渾圓的，但不同的種類也有不同的差異，基本上一些飛行較快速的或是肉食性的昆蟲具有較發達的複眼來增加牠們飛行或獵食的效率(食蟲虻、蜻蜓)。而有些螞蟻因爲長期居住地下，比例上複眼會比較小，而牠們的其他感官，如觸覺或嗅覺就會比較敏感。另外，有些種類的昆蟲同種的複眼也會有不同，如：蜜蜂的雄蜂複眼就特別發達，在蜂群中非常明顯。



虻



食蟲虻



蜻蜓

圖片來源：圖解昆蟲學 盧耽 商周出版社



左上至右下為：螞蟻、螳螂、蛛蜂、熊蟬、雄蜂、豆娘稚蟲、石蠅稚蟲，剛羽化的黃裳鳳蝶。
可看出昆蟲複眼的多樣性和變化。

圖片來源：圖解昆蟲學 盧耽 商周出版社

參●結論

昆蟲是世界上族群最龐大的生物，到目前為止，牠們不為人知的秘密還是很多，透過這次的學習，歸納出下列幾個重點：

- 一、昆蟲的眼睛分爲複眼和單眼。
- 二、複眼依色素細胞是否能移動色素顆粒而影響光線在小眼內不同的行走路徑分成並列影像眼與重疊影像眼。
- 三、單眼因焦距問題而無法和複眼有相同的清晰度，但能察覺光影變化具輔助效果。
- 四、昆蟲雖沒有高清晰度的眼睛，但經由動態視覺的幫忙，能讓昆蟲的眼睛在大自然有更好的適應能力。
- 五、每一種昆蟲都會爲了自己的生存環境演變出特殊的複眼型態。

肆●引註資料

<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%B7%B3%E8%9A%A4>(維基百科，跳蚤)。

<http://insectep.pixnet.net/blog>(第二十四期 朱爺爺專欄-昆蟲中的蒙娜麗莎，2009)。

<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%A4%87%E7%9C%BC>(維基百科，複眼)。
盧耽。2008。圖解昆蟲學。商周出版。