

【中興大學生物力學實驗室研究成果】
2012年國立中興大學生物物理學碩士學位論文

論文題目	雄性龍蝨前足吸盤之功能形態與動力特性
研究生	陳瑩 (中興大學生物物理學碩士班)
指導教授	紀凱容 博士 (中興大學物理學系)
摘要	<p>雄性龍蝨具有特化剛毛,無須藉由化學黏液或肌肉控制,便能在水中交配時穩固吸附在雌性龍蝨翅鞘上,藉以傳遞基因至子代。多數龍蝨科的成員具有圓形剛毛,形態類似吸盤;僅有大龍蝨屬具有長條形剛毛,近端具有凹陷吸盤,並有平行排列的溝槽延伸至遠端。透過量測博物館標本得知,在相同體型下,具長條形剛毛的龍蝨具有較小的腳墊,為探討其是否具有較佳的吸附能力,我們比較太平洋麗龍蝨(具圓形特化剛毛)和橙斑大龍蝨(具長條形特化剛毛)的剛毛形態和附著能力,並探討其附著機制。單根特化剛毛量測結果顯示,無論是垂直吸附力或側向剪切力,皆與正向力成正比。在較小的正向力下(0.25 mN to 1.0 mN),長條形剛毛的單位面積吸附力增加幅度較圓形剛毛顯著;若僅考慮吸盤部分,長條形剛毛所產生的單位面積吸附力為圓形的四倍。我們估計整隻龍蝨的吸附力,發現相對於體重,橙斑大龍蝨的吸附能力僅為太平洋麗龍蝨的百分之三十。我們從剛毛下壓附著與拔離的過程中發現,長條形剛毛的連接柄上下兩端具有可轉動的關節,當受到外力時,剛毛會沿著平行溝槽的方向滑動,但圓形剛毛的連接柄則直接傳遞外力至剛毛表面。藉此我們提出彈簧模型,透過動量變化所經由的時間,可推測彈性係數較小而滑動時間增長的長條形剛毛所感受到的外力將會下降。此外,當拔離長條形剛毛的速度越快時,所量測到的吸附力也越大,這與流體在管柱中運動的模型所推測的趨勢一致。因此,具長條形剛毛的雄性龍蝨可以透過慢速拔離使剛毛容易與吸附表面脫離;當雌性龍蝨快速甩動時,卻能產生更高的附著力。本研究比較兩種吸附剛毛的形態結構以及力學行為,發現長條形剛毛具有下述特性:(一)吸盤部份具有更佳的單位面積吸附力;(二)剛毛與連接柄的結構有助於降低傳遞到剛毛表面的外在甩動力;(三)可藉由控制脫離界面的速度來調控吸附力大小。我們認為鮮為人知的長條形剛毛具有的特殊形態結構與力學機制,可提高附著與脫離表面的效能,即使具有較小的附著腳墊,卻依然有利大龍蝨交配繁衍。</p>