

【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	海生寄居蟹嗅聞行為的生物力學:觸角擺動行為模式與流體力學效應
研究生	曾宏培 (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>嗅覺的產生必須靠氣味分子與嗅器接觸,而流體運動及生物行為有助於增加兩者接觸的機會。本研究以運動學和流體力學的觀點和技術,來解析海生寄居蟹的觸角擺動與周圍流體間的關係,以探討其搜尋與採樣氣味的物理機制。結果顯示,海生寄居蟹在進行嗅聞行為時,觸角和感覺毛會一同快速運動,觸角的嗅聞行為可分為三個階段:向下擺動的更新行程、原地收縮的擷取行程,以及觸角移動。在向下擺動的更新行程中,斑點真寄居蟹的擺速約為 189 ± 27.68 mm/s,接近畸形真寄居蟹的擺速 169.27 ± 48.41 mm/s;在這個階段,感覺毛會產生彎曲形變使毛間涵蓋的體積增加為原來的 6 倍左右。當觸角進入擷取行程時,斑點真寄居蟹的擺速約為 104.8014 ± 29.4868 mm/s,亦近似斑點真寄居蟹的擺速約為 116.2894 ± 34.0268 mm/s;此時觸角與感覺毛均收縮。因此有別於前人研究的蝦蛄和龍蝦,海生寄居蟹的更新與擷取行程速度差異不大。經由簡單估算,不論在觸角擺動或移動,觸角造成的邊界層的厚度約為 0.7 mm,小於感覺毛長度(約 1.1mm),因此感覺毛基部的間隙涵蓋在邊界層內,而末梢則裸露在邊界層之外。但若考量感覺毛所造成的邊界層,在觸角基部,僅更新行程中觸角擺動達最大速率時,感覺末梢約 20%毛長部份會裸露在邊界層之外,使外界流體能通透進入那部份的感覺毛間隙,取代原本毛間的流體,達到更新氣味分子團的效果。在觸角收縮後,留存在毛間的流體會持續侷限於毛間,此時,氣味分子得以藉由擴散,傳送到嗅覺受器上。當觸角擺動時會牽引周圍的流體,而觸角後方的牽引流會演變成渦旋,在觸角擺動後破壞甫偵測的氣味分子團之結構,同時阻隔觸角移動造成的牽引,避免下次觸角擺動時再偵測同一個氣味分子團。綜上所述,我提出海生寄居蟹在嗅聞時觸角擺動的行為模式為「搜尋--更新--擷取」(“Search-Refresh-Catch”),在此過程中,感覺毛透過改變彼此間距來調整對外界流體的通透性;而觸角後方產生的牽引流會演變為渦旋來阻隔氣味團,避免重複偵測與擷取。</p>