

揭開 魷魚肌肉纖維的秘密

魷魚為水中無脊椎動物中游泳速度最快的，曾有報導其速度可達24公里／小時以上，而且魷魚利用腕捕獲魚餌的速度相當快，這些都引起生物力學專家的興趣。

自古以來，章魚、魷魚常被西方人稱為魔鬼魚(devil fish)，似與其形象有關。常見的鎖管、魷魚、烏賊及章魚等，都是身體分成頭部、胴體與腳等三部分，頭部居中間，腳部則變成許多支腕，圍繞著頭部(如圖一)，所以一般也稱為頭足類(cephalopa)。

世界上的頭足類大約有685種，其中絕大多數屬於二鰓類(dibranchia)。而二鰓類之中，又以管魷魚(teuthoidea)種類最多，包括鎖管類(myopsida)和魷類(oegopsida)二個亞目；其次為章魚類(octopoda)及烏賊類(sepioidea)。

在分類上最簡易的區分方法為：章魚類具有8腕，而烏賊類及管魷類具有10腕；烏賊類具有石灰質甲，而管魷類具有皮質軟甲。鎖管類眼球外有膜，故又稱閉眼類，而魷類的眼球外無膜，直接與外界接觸，故又稱開眼類。

魷魚胴體為空心的圓錐狀構造，在表皮下有深紅色及棕色的黑色素(melanin)細胞。胴體包含五層，依次為外襯(outer lining)、外膜(outer tunic)、肌肉纖維(muscle fiber)、內膜(inner tunic)和內臟襯(visceral lining)，但肌肉纖維都和魷魚長軸不平行。

膠原纖維・結實韌硬

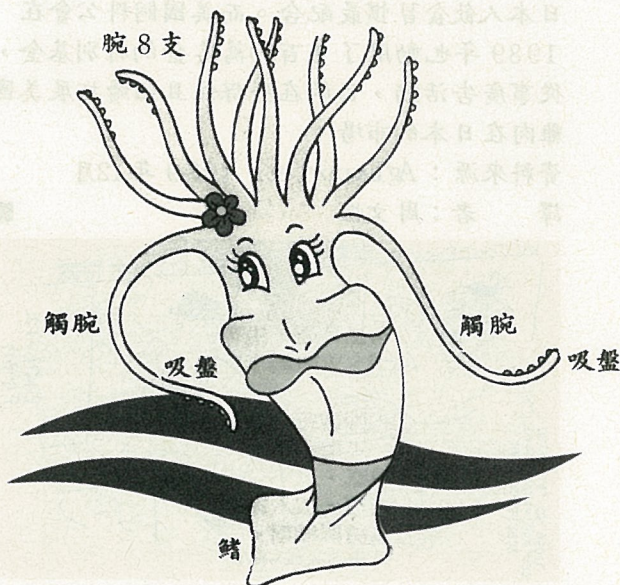
魷魚胴體中結締組織的膠原纖維(collagen)分佈如圖二。膠原纖維是非常硬及韌的蛋白質，非常不容易拉長。魷魚膠原纖維分佈部位的不同，而有兩種系統，第一系統存在於內外膜中，其分佈的角度和長軸是 27° ，有些和長軸平行。

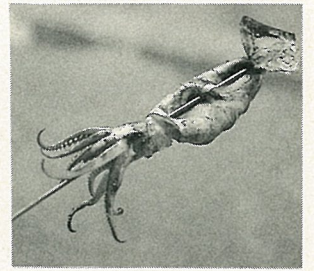
而第二系統分佈於肌肉纖維內，由於排列之不同，而有不同的名稱，第一組為IMF-I位於魷魚縱軸，第二組IMF-2則以 50° 相對於胴體表面。所有在內外膜及IMF-I及IMF-2的膠原纖維之形狀都是直的，但IMF-3環繞環狀肌肉纖維，其纖維是彎曲的。

吸水噴水・運動自如

對於圓柱體的體積，高度之改變為2倍，其體積增加為2倍，但對於截面

圖一 魷魚型態





積的半徑寬改變為2倍，則其體積增加為4倍，因此半徑的改變比較有利。

魷魚的運動主要利用吸水及噴水產生的後座力來作往後的運動，而利用鰭及吸水管方向來改變游泳的方向。為防止其長軸的改變，因此有軟甲及沿長軸分佈之膠原纖維，而魷魚沒有外骨骼來固定其形狀，因此為防止吸水時，因吸水太多造成胴體之破裂，所以也有橫向分佈的IMF-I及IMF-2膠原纖維的保

護。

另外由於肌肉纖維有環狀及放射狀的兩種型態（不和長軸平行），因此胴體內外之收縮放鬆就能噴水及吸水。

能量利用・肌肉配合

所以當魷魚要吸水時，橫方向肌肉纖維的膨脹（同時肌肉層的厚度也變薄，也常增加胴體腔的體積），造成外界海水之進入；當噴水時，首先頭足部附近的胴體肌肉會和頭足部密合，而後肌肉收縮（肌體也會變厚），將胴體腔內部水擠出。

關於IMF-3的纖維為何時彎曲而彈簧，最近有些學者認為該設計使得肌肉收縮時，IMF-3纖維被壓縮可貯存彈簧能，因此當放鬆時，該能量即可放出，因此從能量利用效率而言，是個非常好的設計。

用腕捕餌・伸縮快速

魷魚利用腕來捕餌，其速度相當快。魷腕的構造和象鼻及蛇舌類似。生物學家認為其原理可以橡皮為例子，愈長，則半徑變得愈小，因此只要稍微改變半徑，就會使長度變化很大。

圖二 魷魚胴體膠原纖維分佈

