

河魨毒的分布及來源

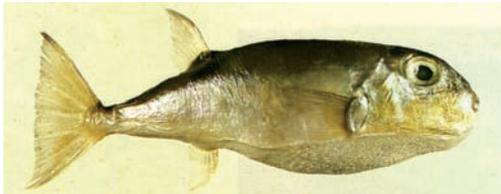


圖片來源：中央研究院台灣魚類標本館

二齒魨科

河魨毒除了存在於河魨體內之外，也廣泛分布在自然界中。為什麼某些生物體內含有河魨毒？大致上有兩種不同的說法。一是由生物本身體內生化合成的內因說，一是經由攝食或寄生／共生細菌的生長而蓄積在體內的外因說。

■林欣榮 黃登福



圖片來源：中央研究院台灣魚類標本館



台灣產河魨約有 30 餘種，除了白鯖河魨（上）與黑鯖河魨（下）外，其他河魨大多是有毒魚種。

食用河魨常會致死，因此其體內所含毒素是人們最熟知的海洋生物毒之一。早在兩千年前，中國的《山海經》就提到肺魚（河魨）會毒死人，而在《台灣通史》的〈虞衡誌〉中也說：「河魨的肝臟有毒，食之致死。」日本戰國時代豐臣秀吉出兵朝鮮，在下關集結的武士們因食用河魨而大量中毒死亡，是歷史上有記載的。

河魨肉質鮮美中外皆知，中國江浙一帶曾流傳一句話：「不吃河魨，焉知魚味；吃了河魨，百魚無味。」而日本人特別喜歡吃河魨生魚片，視其為人間美味。江戶時代，讚美的詩詞流傳民間，食用河魨的盛行及其鮮美可見一斑。也因為如此，在日本因食用河魨而中毒死亡的事件層出不窮。1981 年以前，每年中毒死亡人數始終維持在百人以上，直到 1982 年以後，才下降到 10 人左右。每一年因河魨毒而死亡的人數幾乎占所有食物中毒死亡人數的一半以上，也因此與河魨毒有關的研究自然成為日本人研究的重心。

在台灣，有關河魨毒所引起的中毒事件雖不若日本多，但自 1988 年至今發生案例不斷，中毒人數超過 100 人，其中死亡率近 1 成。中毒事件發生地區包括台北、桃園、苗栗、新竹、台中、彰化、台南、高雄、屏東、宜蘭、花蓮和台東，其中以中部和高屏地區發生的頻率較高。食物來源則包括河魨、織紋螺（俗稱苦螺）、玉螺、

榧螺、蝦虎魚和香魚片，而發生中毒的季節以冬春交替之際和五、六月最頻繁。

河魴毒是神經毒素，進入體內組織後會與神經或細胞膜上的鈉通道接合端結合，而阻止鈉離子進入細胞內，阻斷了神經訊息的傳導，造成末梢神經、中樞神經、知覺神經和運動神經的麻痺。當毒量高時，常會因迷走神經麻痺，接著血管運動神經中樞橫隔膜和呼吸神經麻痺而死。河魴毒的毒性是氰化鈉的1,000倍以上，目前河魴毒中毒並無特殊的藥物可直接治療，主要是維持患者呼吸的進行，並催吐、洗胃。另外可給予稀釋的活性碳和輕瀉劑，以利毒素的排出。

河魴毒除了毒性可懼，會造成食品安全問題之外，也因為能阻斷神經訊息的傳導，在醫療上可望成為不會成癮的新止痛和麻醉藥劑。

河魴毒的分布

河魴毒除了存在於河魴體內之外，也廣泛分布在自然界中，現在已知脊椎動物中的河魴、淡水河魴、蝦虎魚、蝶鰓和青蛙，無脊椎動物中的頭足類、腹足類、扁蟲類、蟹類、海星、海洋螺

河魴毒是神經毒素，進入體內組織後會與神經或細胞膜上的鈉通道接合端結合，而阻止鈉離子進入細胞內，阻斷了神經訊息的傳導，造成末梢神經、中樞神經、知覺神經和運動神經的麻痺。

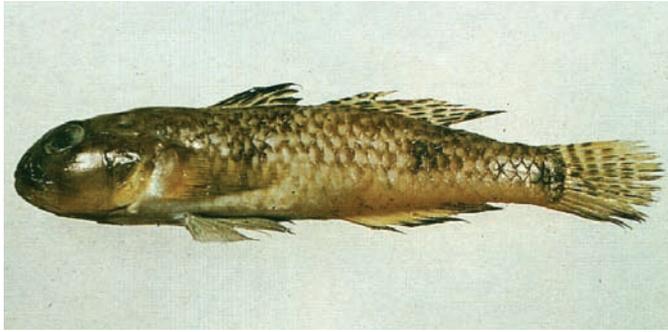


有毒螺類可能會混雜在魚市場販賣的螺類中



含有河魴毒的水產動物

含有河魴毒的蝦虎魚，在台灣曾造成數件食物中毒。



圖片來源：中央研究院動物學研究所

含有河魴毒的藍紋章魚，體型小帶藍綠色花紋，產於熱帶、亞熱帶和溫帶之間。



菌等都含有河魴毒。毒素存在部位主要包括卵巢、肝臟、皮膚、卵、中腸腺等，而這些生物存在的地域則以溫、熱帶海域和半鹹水地帶為主。

河魴 河魴的毒性，有種別、部位、個體、地域和季節的差異。以日本產河魴為例，日本河魴、蟲紋圓魴有很強的毒性，在卵巢部位毒性最強。一般而言，台灣產的毒鯖河魴的卵巢和肝臟的毒性較高，腸道和皮膚次之。就毒性的季節性變化來看，在春季產卵時期卵巢的毒性最高，這可能與其為了繁衍後代，讓卵不被其他生物所攝食的演化有關。

蝦虎魚 琉球產的雲紋蝦虎魚最早檢驗出具有河魴毒，其毒性因

地域、魚體部位和季節而有所差異，其中精巢和皮膚含有較高的毒量。其後美國加州產的3種蝦虎魚也相繼驗出含有河魴毒，主要存在於卵巢和肝臟中。而產在台灣雲紋蝦虎魚，1967年曾造成高屏地區的食物中毒個案；1995年6月，也在竹苗地區引發了1件食物中毒案例，所含毒量相當高，最毒部位是頭部和內臟。另外，1999～2002年在澎湖採集到的雲紋蝦虎魚檢體，毒性也很高。

蠟螈和青蛙 早在19世紀就發現蠟螈具有致命的毒素，早期命名為塔里加毒素，1964年經鑑定後才發現原來是河魴毒，存在於蠟螈的皮膚、血液和肌肉中。中南美洲哥斯大黎加產小型有毒青蛙（又稱為箭毒蛙）的皮膚分泌物毒素十分複雜，可以塗布在箭頭上來狩獵鳥獸，也發現含有約30%的河魴毒，主要分布在皮膚和卵巢。

藍紋章魚 藍紋章魚是無脊椎動物中首先發現含有河魴毒的。藍紋章魚身長約10～20公分，一般具褐色或黃褐色的帶狀斑紋，模樣十分可愛。當牠瞬間受到刺激時，身體會變黑，斑點會變為鮮豔的藍綠色，並從其後部唾液腺釋放出毒液，成分主要是河魴毒。其後也發現牠的卵巢中也含有河魴毒的類似物。

腹足類 屬於中大型螺類的白法螺曾在1979、1982和1987年，在日本造成數件食物中毒案例，並在其中腸腺中檢測出河魴毒。另外在日本鳳螺和蛙螺的中腸腺中也相繼分離出河魴毒，其中蛙螺的中腸腺毒性極高，屬強毒性的貝類。在台灣玉螺科、織紋螺科和榧螺科中數種螺類，以及白法螺、蛙螺、岩螺、象牙貝（鳳凰螺科）和二枚貝中，也陸續檢測出含有河魴毒，毒素主要存在於中腸腺中，

細紋玉螺的毒素則主要存在於肌肉中。

蟹類 有毒蟹類含有的毒成分會因地域的不同而有所改變。以河魴毒占有的比率來看，日本靜岡縣三浦半島產的有毒蟹花紋愛潔蟹，毒成分主要是河魴毒和少量的麻痺性貝毒。而從石垣島濱海珊瑚礁區所採集的，毒成分主要是麻痺性貝毒和少量的河魴毒。然而在珊瑚礁區 100 公尺外的小島上所採得的同種蟹類的毒成分，卻以河魴毒為主。

另外，菲律賓產的有毒蟹類銅鑄熟若蟹也含有微量的河魴毒，台灣產的同種蟹類則含有 80% 河魴毒。除此之外，台灣產的繡花脊熟若蟹、花紋愛潔蟹、雷諾氏鱗斑蟹等有毒蟹類都含有高比率的河魴毒。然而在基隆採集到的蓄近愛潔蟹，則僅含有 3% 的河魴毒。推測有毒蟹棲息地域的環境餌料生態應和蟹毒成分有關，但仍需進一步探討。

海星 1982 年，日本研究河魴毒的知名學者野口玉雄教授等人，從造成食物中毒的白法螺消化道中發現海星 *Astropecten polyacanthus* 的殘體，並進一步收集這種海星的檢體進行毒性分析，發現其毒成分是河魴毒。之後在同屬於槭海星科的海星 *A. latespinosus* 和 *A. scoparius* 中，也檢測出河魴毒的存在。

在台灣，產毒螺的海域也發現槭型海星 *A. scoparius* 的蹤跡，這種海星與部分有毒螺貝同樣棲息在沿海或深海砂質底，屬於雜食性或腐生性動物。台灣槭海星科海星 *A. scoparius* 有高毒性，牠可從水體中、底層表面或底泥中攝食，是台灣目前有記錄的 8 科 15 屬 18 種海星中首先發現的有毒種。毒量最高的個體可毒死 4 人，幸好無人以海星為食，不過透過食物鏈的影響，還是有其危險性的。就海星毒性的季節變化而言，趨勢和其他含有河魴毒的生物十分相似，在生殖季節時比較毒！

扁蟲 扁蟲具有河魴毒是在進行一系列海洋生物的毒性監測過程中發現的。扁蟲可能是其他河魴毒保有生物（尤其是河魴）的毒化（餌料）來源，日本的研究人員在河魴活動的海域發現數種扁蟲含有較高毒量的河魴毒，牠們極可能是毒化河魴的元兇。而在台灣台北縣東北角臨海曾養殖虎河魴，其養殖場也發現池底的扁蟲具有毒性，毒性雖不高，卻足以在冬季毒化河魴。

紐蟲動物 1988 年，日本學者自幾種紐蟲動物分離出河魴毒。這類動物呈彩帶狀，性喜棲息在鹹海沙泥中和岩石下，毒素主要存在於身體的先端吻哨，可能做為捕食餌料生物和防禦外敵生物之用。

矢蟲 1988 年，日本東京大學一位外籍教授自毛顎動物矢蟲分離出河魴毒。由於矢蟲是一種動物性浮游生物，屬於肉食性，當牠攝食餌料生物時會將其麻痺，因此猜想矢蟲頭部會分泌一種麻痺性物質，經研究後發現太平洋產的二種矢蟲都含有河魴毒。

細菌 河魴毒也有可能來自產毒細菌。哪些種類的細菌可能產生河魴毒呢？1986 年日本學者自扇蟹花紋愛潔蟹的消化道中分離出優勢生長的弧菌，經分析發現細菌及培養基都含有微量的河魴毒，表示扇蟹腸道中的弧菌不但有毒也會釋放河魴毒！接著又有人發現河魴 *T. poecilonotus* 皮膚黏液上的假單胞菌也能生產河魴毒。

近年來台灣觀賞魚業者大量引進淡水性的觀賞河魴，俗稱娃娃魚。淡水河魴在國外已有中毒案件發生，國內雖多做為觀賞用，但國人多有棄養寵物的習性，若棄入河川，一旦適應生態成為族群而遭捕獲食用，難保不會引發中毒事件。



含有河魴毒的扁蟲，曾造成澎湖養殖牡蠣的大量死亡。

在早年，以為只有河魨才有河魨毒，因此推測河魨毒是體內合成的。但在其他物種也發現具有河魨毒之後，這種說法便行不通了，因為血源不同的物種卻共同具有產生河魨毒的遺傳因子，似乎不易理解。



圖片來源：中央研究院台灣昆蟲標本館

瀧紋河魨（右）與黃鱔河魨（左）

隔年在探討白法螺的毒化中物質來源時，發現其消化道中有海星 *A. polyacanthus* 的殘體，進而分析海星消化管內容物中的細菌相及產毒能力，發現在 18 株優勢菌中，有 13 株含有或能生產河魨毒。接著野口教授解析河魨 *T. vermicularis* 毒化的機制，發現河魨消化道內的弧菌屬細菌以壓倒性的優勢存在，且弧菌家族中的 *Vibrio alginolyticus* 產毒能力最高。

菲律賓產藍紋章魚的後部唾液腺、消化管、觸手和其他部位也有河魨毒生產菌存在，其中有較明顯產毒能力的 6 株，經生化鑑定是 2 株 *Alteromonas* spp.、2 株桿菌 *Bacillus* spp.、1 株假單胞菌和 1 株弧菌。

台灣也自細紋玉螺和球織紋螺的消化道和肌肉分離出 10 株河魨毒生產菌，並鑑定出它們的種名，多數屬於海洋弧菌屬。棲息在澎湖馬公市西衛里沿海的雲紋蝦虎魚的腸內細菌，和其棲息地底泥中也發現以弧菌為主的產毒菌。進一步研究這些菌的產毒能力，發現這些菌株在空氣供應不甚充足的環境下，產毒量較高，似乎表示它們在空氣量較少的底泥中和腸道內部成長較好。這也顯示河魨毒保有生物的毒素來源除腸內細菌外，與環境中的細菌也有密切的關係。

淡水河魨 近年來台灣觀賞魚業者大量引進淡水性的觀賞河魨，俗稱娃娃魚。淡水河魨在國外已有中毒案件發生，國內雖多做為觀賞用，但國人有棄養寵物的習性，若棄入河川，一旦適應生態成為族群而遭捕獲食用，難保不會引發中毒事件。在台灣河魨中，綠娃娃魚、巧克力娃娃魚、八字娃娃魚、金娃娃魚和 *T. turgidus* 等 5 種淡水河魨都檢測出有河魨毒，毒性最高的是八字娃娃魚的外皮。

河魨毒的來源

為什麼某些生物體中含有河魨毒？大致上有兩種不同的說法。一是由生物本身體內生化合成的內因說，一是經由攝食或寄生／共生細菌的生長而蓄積在體內的外因說。

內因說 在早年，以為只有河魨才有河魨毒，因此推測河魨毒是體內合成的。但在發現其他物種也具有河魨毒之後，這種說法便行不通了，因為血源不同

的物種卻具有產生河魴毒的共同遺傳因子，似乎不易理解。近一、二十年來，開始有養殖的河魴，這些養殖的河魴無毒，而野生種的河魴有毒，因此使內因說較難被接受。

不過有幾個有關不同物種的河魴毒刺激與分泌實驗，卻提供內因說的間接可能證據。例如研究人員從藍紋章魚的後部唾液腺分離出河魴毒，加州蠨蛸經通入電流可由皮膚釋放出河魴毒。而在台灣腹足類的刺激實驗中，也發現細紋玉螺和球織紋螺經電擊刺激都會釋放出河魴毒。其中細紋玉螺在每小時刺激1次，連續刺激4次以後，不再分泌釋放出河魴毒，5天之後則恢復泌毒能力，顯示細紋玉螺或許能合成河魴毒！

在河魴方面，含有較強毒性的器官，除肝臟之外，卵巢也含有高量的毒性，且在春季產卵期毒性最高。為什麼大量的毒素出現在攸關種族生存的繁殖器官與繁殖期？虎河魴和蟲紋圓魴經觸摸或電擊刺激，皮膚會釋放出高量的河魴毒。把有毒河魴的皮膚切下，以電擊方式刺激後，從組織切片中觀察到具有分泌河魴毒能力的分泌腺體。這些實驗結果多少說明了河魴毒也有可能是由體內合成的。

外因說 至於外因說，即河魴毒是經由攝食或寄生／共生細菌的生長而蓄積在體內的說法，可用以下的研究結果加以說明。1979年在日本靜岡縣發生食用白法螺的中毒事件，並在其中腸腺檢驗出河魴毒。接著在日本的象牙貝（日本鳳螺）、蛙螺等多種的腹足類動物的中腸腺中也檢驗出河魴毒。

而在台灣，球織紋螺、花織紋螺、皺岩螺、白法螺、台灣鳳螺等螺貝類的中腸腺中也都檢驗出河魴毒。這些實驗結果初步為外因說提供了間接的證據，認為河魴毒是吃進來的。

為了進一步證明餌料與河魴毒來源之間的關係，研究人員以含河魴毒的餌料餵食無毒的白法螺和日本鳳螺，結果這兩種螺類都檢驗出具有河魴毒，證實了來自餌料的河魴毒會蓄積在肉食性螺類中。

在河魴方面，也有人以無毒的餌料飼養無毒的養殖河魴，則其各部分都無毒性。但若以含河魴毒的餌料飼育數日，則河魴毒會蓄積在各組織器官中，其中以肝、脾和膽的毒性最高。由此可推斷，河魴之所以會保有河魴毒，食物鏈是主要的途徑之一。

另外，產毒細菌也可能是毒素的來源。日本學者在螃蟹的消化管內分離出產毒弧菌，從河魴和海星的腸管則分離出具有河魴毒生產性的腸炎弧菌。台灣的研究團隊從織紋螺、海星、蝦虎魚等含有河魴毒的生物的中腸腺，分離出有明顯產毒能力的菌種。除此之外，更有人從沿海和深海泥沙底中檢測出河魴毒，並從底泥中分離出具有河魴毒生產性的菌株，間接說明了底泥和河魴毒生產菌在含有河魴毒動物毒化機構中所扮演的角色。

綜合上面所述，就外因性理論而言，大型的含河魴毒生物，其河魴毒可能來自海星、小型卷貝、扁蟲等餌料，或直接來自有河魴毒生產能力的寄生、共生細菌。由於食物鏈具有濃縮毒性的效應，因此含有河魴毒生物的毒性應大多來自食物，而極少部分直接來自細菌。另外小型含有河魴毒的生物，其中部分可能來自底泥，另一部分則直接來自河魴毒生產細菌。

然而大自然現象的解析並不是那麼單純地可一分為二，有些物種毒素來源傾向於內生，有些則透過食物鏈，甚至兼具兩者。這其中有什麼規律或祕密存在，都值得再深入探討。 □

林欣榮

經國管理暨健康學院食品科技系

黃登福

台灣海洋大學食品科學系