

第六章 養殖文蛤之疾病

鄧晶瑩¹、朱惠真¹、盧彥伶²、周昱翰³

¹ 水產試驗所水產養殖組、² 嘉義縣家畜疾病防治所、³ 水產試驗所海水繁養殖研究中心

一、過去對文蛤致死原因之探討分析

許多研究認為國內多年常發生之季節性或偶發性大量斃死發生的原因並非單一原因，而可能是環境因素如溫度、鹽度之突然改變，水質不良如濁度太高或溶氧太低，密度，水污染，赤潮，管理不善，疾病等多種綜合因素而造成。有關前人對國內養殖文蛤疾病的研究及相關文獻資料甚少，也無年度文蛤疾病盛行率之相關研究報告發表，僅有鄭森雄博士於 1975 年證實未處理的工業廢水所引起的水質污染，是牡蠣、文蛤等暴斃的主因。楊等在 1977 年新竹市香山貝類養殖場自發生大量死亡之文蛤中分離到腸炎弧菌 (*Vibrio parahaemolyticus*)，並將分離到之腸炎弧菌進行文蛤接種試驗而證實其為病原性細菌，但腸炎弧菌廣泛存在於海水中，若感染海中生物而造成疾病發生，可能是由於生物生活環境的改變，導致此菌大量的繁殖或生物受到壓迫降低抵抗力所引起；例如溫度變化、海水含鹽度改變或溶氧降低等。

曾文陽於 1974 年臺灣西南沿海一帶養殖場研究養殖文蛤大量死亡及確定病因中

之結論提及會引起大量死亡的原因有：(1) 種苗養殖區先天條件不良，後天管理不善；(2) 放養密度過高時若環境突變時；(3) 海水污染；(4) 種苗由於長途搬運與棲息環境之改變，造成放養數日後即開始死亡。曾與陳於 1974 年對鹿港地區養殖文蛤 3—5 月發生大量斃死之研究，認為溫度是影響文蛤成長的重要因素，溫度的激烈變化常是導致文蛤瘦弱與死亡的主要原因。在正常情況下文蛤之肥滿度會隨殼長增加，但殼長越大增加幅度越小，而溫度異常變化時則有相反的現象發生。肥滿度受溫度的影響，1 月最高，4、5 月最低。較大的文蛤比幼蛤能適應高溫環境，但亦無法忍受溫度驟變，而高水溫、低比重就可能是文蛤致命的因素。因此，由觀察歷年文蛤暴斃與其生長情形推斷，文蛤不受冬天低溫影響，生長良好、肥滿度也高。

中國沿海貝類養殖區甚多，1994 年江蘇沿海文蛤大量死亡原因為寄生性橈足類及弧菌感染。2002 年河北省秦皇島區養殖文蛤 3 齡貝出現文蛤紅肉現象，稱之為紅肉症，其病原可能類立克次體 (*Rickettsia*-like organism, RLO) 及 3 種病毒 (球型病毒、herpes-like virus、aquareovirus) 混合感染造

成大量死亡。2009 年江蘇呂泗發病文蛤死亡原因研究，經由組織病理學及人工接種試驗結果，認為主要致病菌是哈維氏弧菌 (*V. harveyi*)。2010 年江蘇啟東文蛤大面積死亡原因調查，結果經由電子顯微鏡診斷可能是球型病毒導致。鄭 (2007) 研究文蛤疾病與環境之關聯性，認為造成養殖貝類嚴重死亡的重要原因有海洋污染、氣候影響、各種敵害和赤潮等。綜合而論其將死亡原因分為非生物性疾病和生物性疾病，在生物性疾病部分認為引起貝類死亡的病原生物主要有：病毒、細菌、寄生原蟲、類立克次體、類披衣菌等。在病毒性疾病部分，主要是類疱疹病

毒，會引起皺紋盤鮑幼鮑大量死亡的球狀病毒等。

二、原蟲性疾病

所謂原蟲是指其為單一細胞所組成的個體，可行有性的結合生殖及無性的分裂生殖，因其個體十分微小需借助顯微鏡才能觀察其形態特徵。歸屬於原蟲動物界，其種類甚多，有的是共棲常在性，有的則具傳染性，一般海水養殖池較常見的大多是屬於纖毛蟲門下之斜管蟲、車輪蟲、海水白點蟲、杯狀蟲及鐘形蟲等原蟲 (圖 6-1)。大多數魚

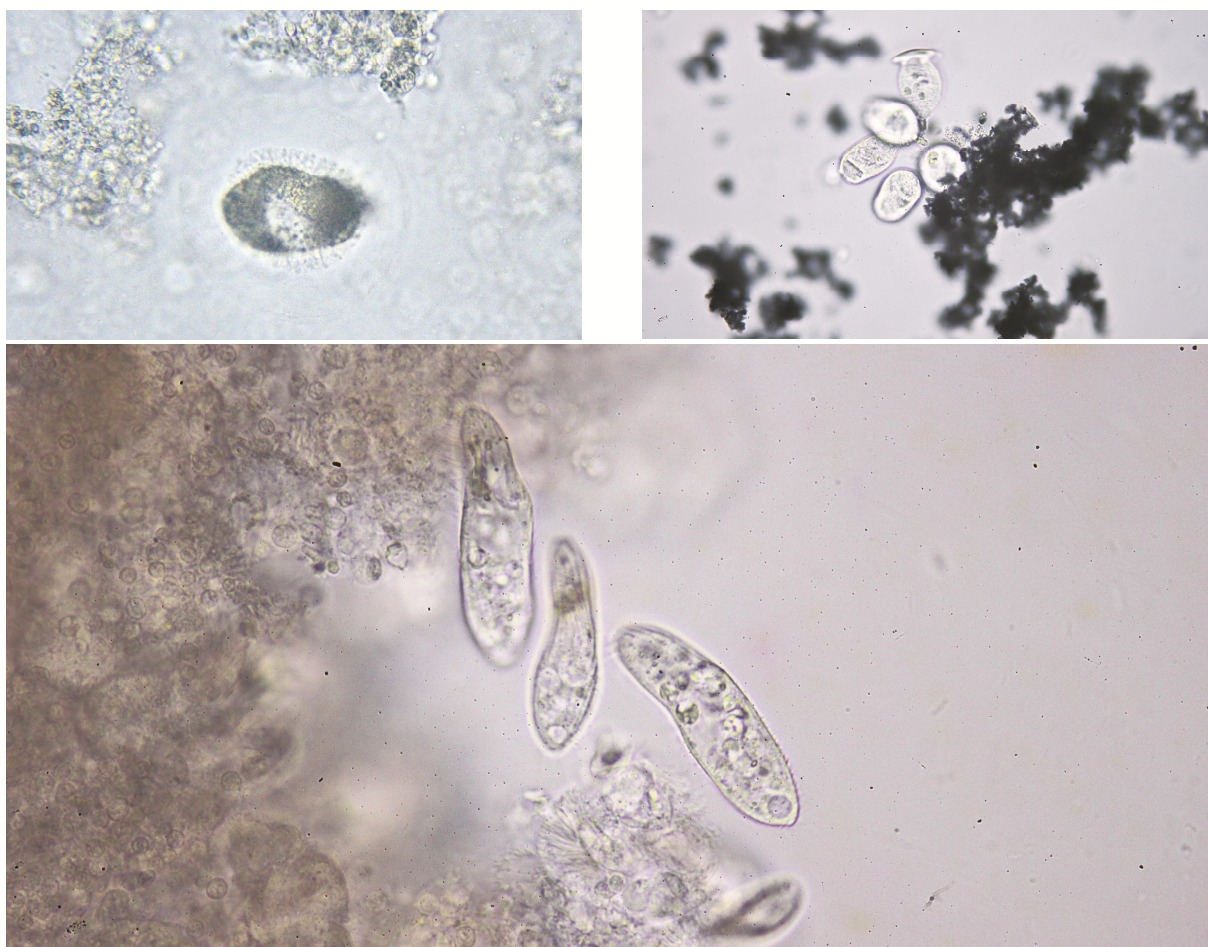


圖 6-1 文蛤養殖池常見不同種類之原蟲(左上：纖毛蟲(疑似白點蟲)；右上：鐘形蟲；下：纖毛蟲類)

隻多少皆有寄生蟲寄生，數量少時只造成少許的病理變化，並不影響魚隻的生存或危害健康，但於密集式養殖，因環境的影響，寄生蟲容易大量滋生而造成病害，如鐘形蟲、白點蟲等。養殖環境的水質也會導致寄生蟲是否大量繁殖，在高密度養殖情形下，若池底有機質的持續累積，溶氧不足等皆易造成許多原蟲類寄生蟲的大量滋生繁殖，如車輪蟲、斜管蟲等。季節水溫的變化對寄生蟲的孳生及傳播影響甚鉅，例如白點病易發生於春秋水溫劇變時，而體表受傷、健康狀況不佳或營養不良的魚隻常會被鐘形蟲或斜管蟲所附著。現今文蛤養殖池皆為魚、貝或蝦之混養方式養殖，文蛤鰓絲及外套膜常見有原蟲類之寄生蟲附著，現今對文蛤所造成之危害並不清楚，但寄生部位所造成的傷口而造成細菌性二次感染，則可能是致病性病原菌感染的途徑之一是已被實驗所證實。

三、寄生蟲性疾病

1977 年，彰化地區曾經發生養殖文蛤無法潛沙而遷移至沙面上生活的狀況，這些文蛤都是體輕肉薄，看來就是發育不良的樣子。如果剖開文蛤檢查，可以在消化腺上看到許多條蟲球狀幼蟲的小白點，經由消化道、鰓或出入水管到達寄生部位。雖然這種條蟲幼蟲對人體健康無害，但大量寄生會對文蛤組織產生壓迫及破壞，使其無法潛沙而易被食肉性魚類捕食，進而在魚體內完成條蟲生活史。經常撈除沙面上的文蛤或避免掠食性魚類侵入，便可以打斷條蟲生活史而達

到防治的目的。

四、細菌性疾病

早在 60 年代，即有雙殼類病例報告指出，細菌性疾病會影響不同發育階段的雙殼類，尤其容易感染幼貝並造成嚴重死亡。這些細菌大部分屬於弧菌屬細菌，如溶藻弧菌、鰻弧菌 (*V. anguillarum*)、*V. tubiashi* 與其他種類弧菌、假單胞菌屬 (*Pseudomonas* spp.) 和產氣胞菌屬 (*Aeromonas* spp.)，Tubiash (1960) 和 Elston et al. (1980) 在太平洋牡蠣 (*Crassostrea gigas*) 和硬殼蛤 (*Mercenaria mercenaria*) 中描述瀕死幼貝的病徵，並命名為細菌壞死症 (bacillary necrosis)，壞死的特徵在於絨毛上皮細胞的溶解和消失，細菌會沿著內殼和外套膜生長，壞死區內殼表面可見黑色沉積物堆積，臨床上罹病幼貝會出現異常泳姿及下沉後死亡，將分離到的細菌進行接種試驗，接種細菌之牡蠣會在 48 小時後即快速死亡。

(一) 弧菌病(格蘭氏陰性桿菌壞死症)

文蛤細菌性疾病以弧菌病為主，新竹香山地區養殖文蛤大量死亡曾分離出大量弧菌 (楊等，1978)，可見不良細菌或病原性細菌之繁殖可能造成文蛤大量死亡 (圖 6-2 及 6-3)。以臺灣發生大量死亡之養殖文蛤病例中所分離到之細菌相，主要是不同種類之弧菌屬及其他多種細菌如假單胞桿菌、產氣單胞桿菌、泡囊短波單胞桿菌或產黃桿菌等，以弧菌屬以創傷弧菌 (*V. vulnificus*)、

巴西弧菌 (*V. brasiliensis*)、溶藻弧菌 (*V. alginolyticu*)、*V. chagasii* 及革蘭氏陰性單胞桿菌屬之泡囊短波單胞桿菌 (*Brevundimonas vesicularis*) 及親水性產氣

單胞菌 (*Aeromonas hydrophila*) 最易被分離，其次為產黃桿菌 (*Flavobacterium keshii*)、河口弧菌 (*V. aestuarianus*) 及發光桿菌 (*Photobacterium damsela*) 等次之。



圖 6-2 文蛤因細菌性壞死症而爆發大量死亡



圖 6-3 雲林縣臺西鄉文蛤夏季發生大量漂浮死亡情形(張素容提供)

經由現場監測及檢驗結果發現，多數發病死亡之文蛤養殖池皆呈現水質不良（如氨、亞硝酸濃度增高，尤其是硫化氫的濃度明顯偏高），且在夏季高溫、颱風過後或者季節轉換時期，文蛤死亡率均顯著偏高，如果剛死亡之文蛤即會散發惡臭，肉眼可見到蛤肉變黃或偏紅，伴隨著體液增加之情形（圖 6-4—6-6），則多為細菌性病原感染所引致。更經由動物接種試驗，已確定會對文蛤造成嚴重死亡之病原性的弧菌有創傷弧菌及巴西弧菌，也與近年來許多研究認為造成二枚貝高死亡率之病原除了弧菌外，尚有假單胞桿菌（*Pseudomonas* spp.）及沙雷菌（*Serratia*

spp.）等結果相符合，面對人類污染海洋及自然環境異常變化而導致細菌變種或基因變異，如何建立新式模場以進行綠化養殖，減少對環境資源依賴及降低對海洋污染，將是人類未來的新思維及挑戰。最近導致太平洋牡蠣發生“夏季死亡”的現象也被懷疑與弧菌感染有關。氣候變遷、海洋暖化和外來物種入侵可能更有助於病原菌的傳播，所以弧菌屬亦被認為是引發養殖雙殼類疾病的主要病原菌（圖 6-7）。因此，通過深入的研究，以瞭解弧菌與水產生物之間的相互作用及可能對養殖造成之風險，是目前迫切的課題。



圖 6-4 發病蛤外殼粗糙、髒污、蛻皮及出現裂溝(箭頭所示)現象

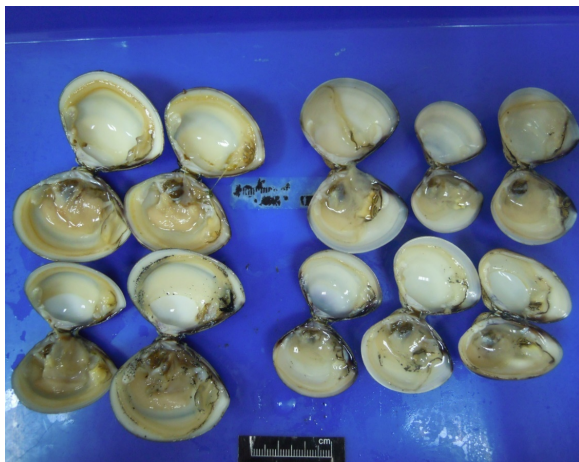


圖 6-5 文蛤感染弧菌後呈現蛤肉萎縮及顏色異常現象

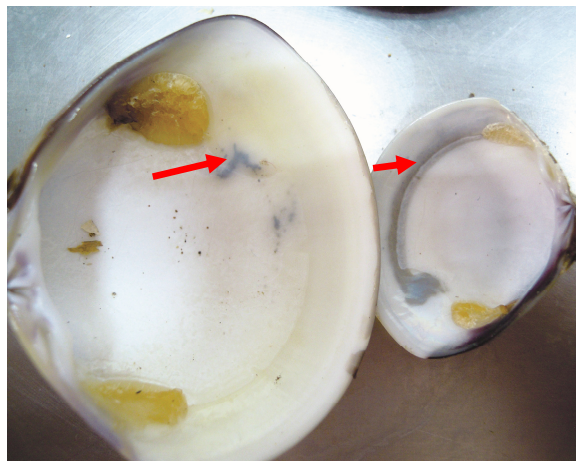


圖 6-6 感染弧菌之文蛤內殼壁呈現凹凸不平及黑色素附著

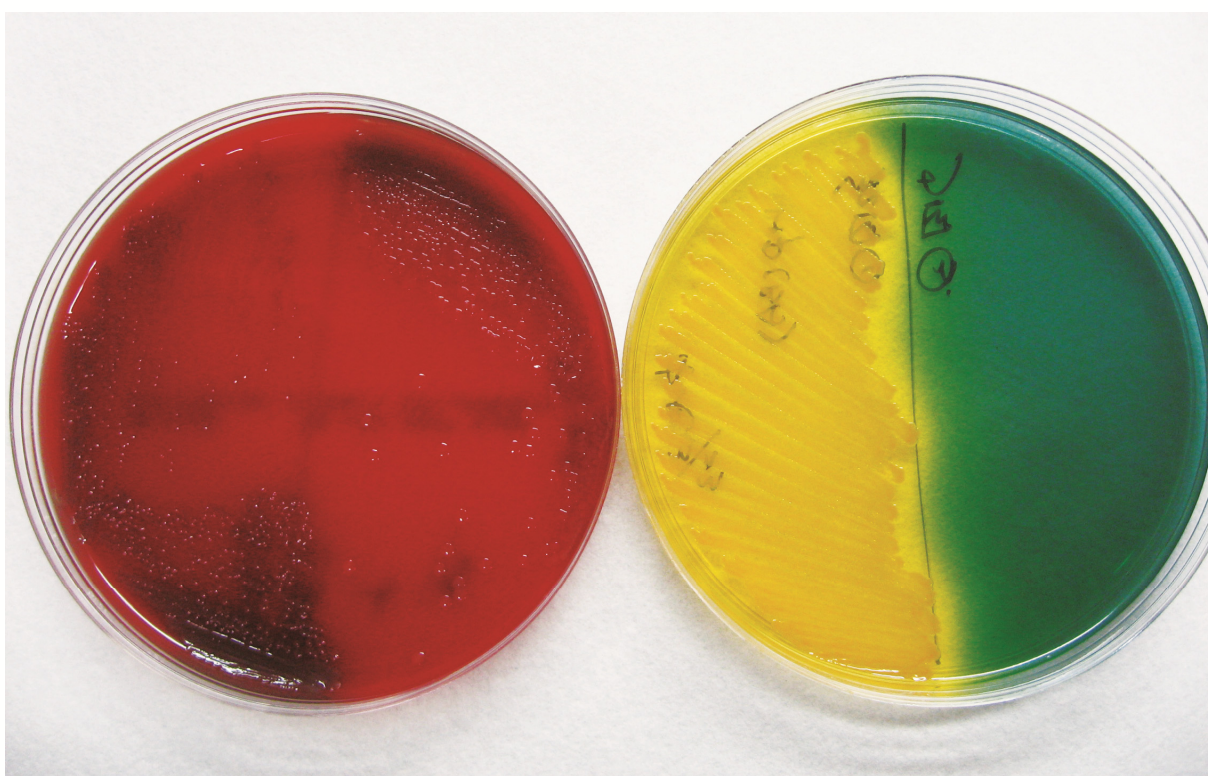


圖 6-7 致病性 *Vibrio vulnificus* (創傷弧菌)在血液培養基與弧菌培養基(TCBS agar)上之菌落型態

(二) 類立克次體感染

立克次體微生物主要感染二枚貝鰓或消化道的上皮細胞，極少數會感染腎臟的上

皮細胞及血球細胞。根據調查指出，殼長在 1.5 cm 以下之文蛤受感染的比率很高，約 90%，而殼長在 3 cm 以上的文蛤檢出感染

率較低，約 30%，由此顯示隨著文蛤的成長，對類立克次體菌的抵抗力會增強（溫等，1993；Wen et al., 1994）。由於立克次體寄生會造成鰓組織被破壞，文蛤稚貝對於養殖環境的變化會更敏感，如水質一旦惡化，池貝就有可能大量死亡。病原體感染後，貝類本身對抗環境變化的能力降低，由於其鰓及消化腺都是重要的器官，這些器官遭立克次體大量寄生後功能失常，文蛤很快的就會死亡（圖 6-8）。目前感染文蛤之立克次體無法確定種類，以類立克次體稱之，其生活史、寄主範圍或傳染途徑也都不甚了解，故

養殖池應做好整池、清池之工作，避免傳染。

(三) 環境因子對病原菌之影響

因農曆 3、6、9 月常發生文蛤異常死亡情形，發現死亡現象與季節性變化應有相關性。

1. 溫度對病原菌之毒力影響

為確認溫度對養殖文蛤之死亡是否有直接關係，將文蛤接種 10^7 CFU/ml 之 *V. vulnificus* 菌液後，分別放置於 28℃ 及 35℃ 觀察死亡情形，28℃ 時之半致死時間 (LT_{50}) 是 96 小時，35℃ 時 LT_{50} 為 18 小時，

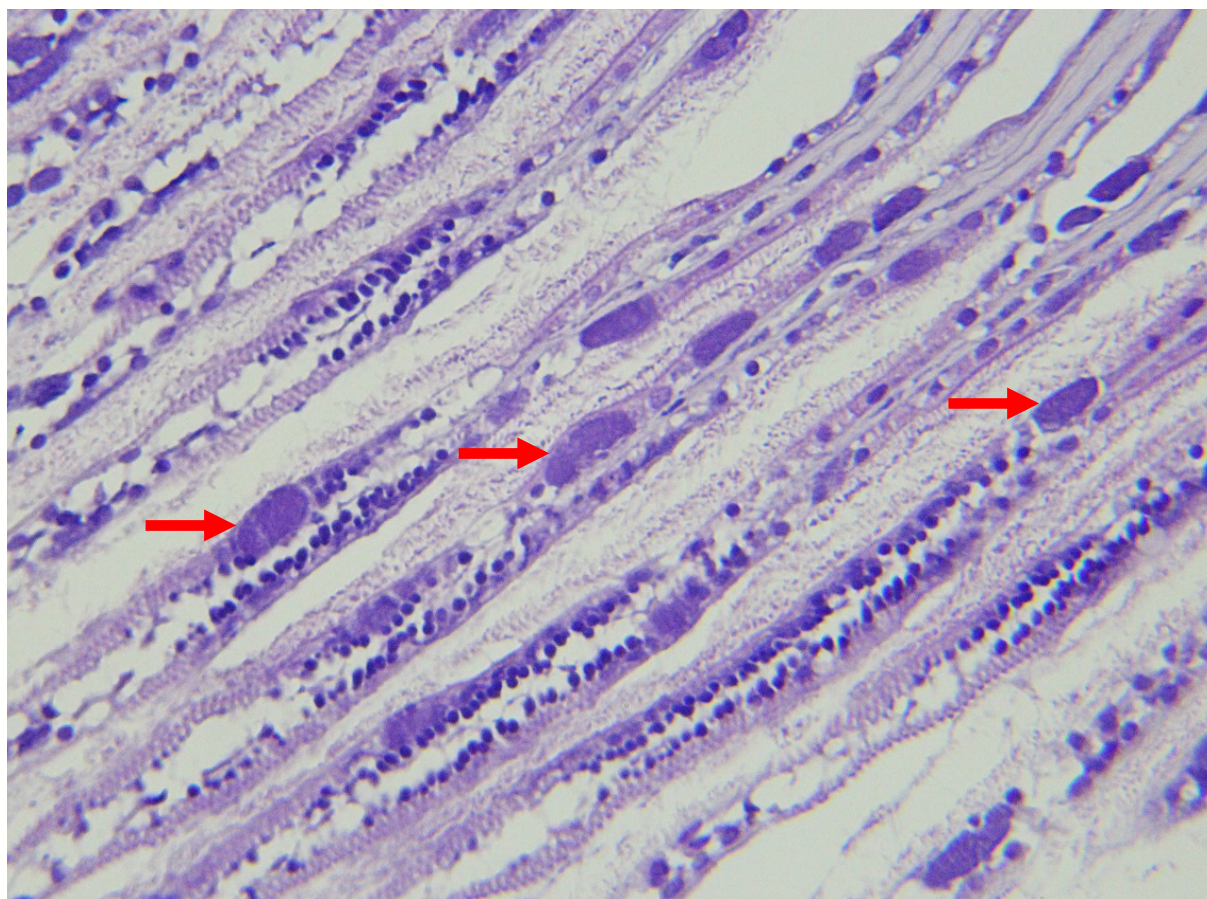


圖 6-8 文蛤類立克次體(RLO)感染症(鰓，H&E stain，400X)

實驗結果證實在含有相同的病原菌濃度的條件下，水溫升高會加速養殖文蛤的死亡，發病蛤之組織病理變化則證實水溫升高對細菌增殖及毒力增強有明顯影響，應是導致養殖文蛤於高溫期大量死亡的主因。

2. 硫化氫在不同溫度下對文蛤毒力影響

國內外有關硫化氫對水生動物之毒性試驗皆較偏重魚類，貝類之相關報告則極少，因此不同貝類間的硫化氫致死濃度是否有差異也不得而知。郭和周（1988）曾測試不同環境下硫化氫對文蛤的毒性，認為硫化氫於 15–20 psu 鹽度下、酸鹼值 7.5–8.5 或水溫超過 25°C 以上時，其 96 小時累積死亡率最高，且其毒性與溫度因子最為相關。因多篇文獻經實驗證明，溫度對硫化氫之毒性有絕對影響，且以 23–25°C 為區隔，超過 25°C 時即使得硫化氫毒性大增。而在無細菌感染情形時，硫化氫之濃度要很高才會造成文蛤死亡。

因此，檢測野外發病養殖池水中之硫化氫增高至 0.5 ppm 時，文蛤會出現生長遲緩，而增加到 0.8 ppm 則有發生死亡情形。監測現場發病養殖池環境因子中之硫化氫增高至 0.5 ppm 時，文蛤會出現生長遲緩，而增加到 0.8 ppm 則有發生死亡情形，因此以 0.3–0.5 及 0.5–0.8 ppm 硫化氫兩種濃度測試不同溫度下硫化氫對文蛤的毒性試驗，結果在 23°C 及 28°C 兩種溫度下 28°C 之 LT_{50} 為 52 小時，23°C 之 LT_{50} 超過 96 小時，由病原菌接種及硫化氫浸泡試驗更加證明高溫是造成文蛤緊迫並加速引致死亡的重要原因之一。

五、病毒性疾病

貝類與魚類同屬高經濟效益生物，因此相關養殖技術及一般性疾病的研究相當豐富，唯病毒的研究則為較弱的一環，自 1983 年起羅竹芳等人，即嘗試以電子顯微鏡切片觀察臺灣貝類病毒感染狀況，結果發現臺灣貝類確有疑似病毒的存在。周等將採自嘉義及彰化地區鰓部組織出現潰爛變黑病變之文蛤，以吳郭魚卵巢細胞株（TO-2 細胞）進行病毒培養而分離出病毒。利用電子顯微鏡觀察分離出病毒之文蛤鰓部組織，發現在壞死細胞質中有病毒聚合體，且鰓細胞大部分都被病毒所侵害，比較 TO-2 細胞中之病毒與文蛤鰓部病毒之形態，二者並無差異，顯示以 TO-2 細胞所分離出之病毒是出現在文蛤潰爛鰓部的病毒，分析該病毒之血清學及生化特性認為該病毒為類 IPN Ab 病毒株，且具有與感染性胰腺壞死病毒（AB IPNV）相似的血清學和生物化學性質的白細胞病毒（Lo et al., 1988; Chou et al., 1994）。以 IPN 病毒之單株抗體羣，分析自臺灣文蛤所分離出之病毒 CV-1, CV-HB-1, CV-TS-1，結果顯示所有文蛤類 IPN 病毒與所採用之單株抗體羣反應型式，都與鰻魚病毒 EVE 相同（郭等，1989）。

近年來利用魚類的細胞株陸續從養殖文蛤中分離及培養出一些病毒，包括傳染性胰臟壞死病毒（此病毒會感染養殖魚類）（Lo et al., 1988），以及呼吸腸道孤兒病毒，此病毒經病原性試驗有正相關反應（Chen et al., 1992）。雖然文蛤大量死亡尚未證實為

病毒感染，但病毒性疾病容易造成大規模流行，不易控制，而且有報告指出，水溫、緊迫和重金屬污染，皆能導致低病原性病毒引發文蛤大量暴斃 (Chou et al., 1994)。

養殖期間若遇文蛤有死亡情況發生時，必須立即請專家協助診斷，找出致病原因後予以排除，以免情況惡化導致大量的死亡。發現文蛤有問題時，注、排換水應謹慎為之，避免文蛤遭受緊迫而導致全軍覆沒。

根據以上相關文獻報告及研究樣本採集於中部 4 縣市發生大量死亡之文蛤鰓部組織，曾觀察到有疑似病毒感染所引致之局部輕微的核著邊與嚴重的炎症細胞大量浸潤而導致之爛鰓現象，推論應為 Aquabirnavirus 感染，但以 RT-PCR 方法進

行 marine birnavirus (MABV) 及 Vetek Kit 檢測 MABV 結果皆是陰性。因 Marine birnavirus (MABV) 及 Vetek Kit 檢測 MABV 結果皆是陰性 (表 6-1)，而組織病理切片下曾觀察到疑似桿狀病毒包涵體，因而進行 *Baculovirus penaei* (BP)、*Penaeus monodon baculovirus* (MBV) 檢測及 Vetek Kit 檢測 MABV、MBV、BP、White spot syndrome virus (WSSV) 等病毒，檢測結果仍為陰性。但因國內九孔曾經爆發過鮑疹病毒，故嘗試以 Vetek Kit 之 Oyster herpesvirus 1 (Oshv-1) 檢測文蛤是否可能遭受鮑疹病毒，檢測結果同樣為陰性。許多文獻報告認為二枚貝若感染 aquabirnavirus 通常是無症狀的，因為貝類多為病毒的攜帶者或載體，因此病毒常經由常規的病毒篩選檢查而被

表 6-1 2015-2017 年採集疑似病毒感染之病蛤樣本 94 例進行病毒檢測，結果皆為陰性

	sample	positve	negative	source
Marine birnavirus (MABV)(RNA)	17	0	17	Suzuki, 1997
<i>Baculovirus penaei</i> (BP)(DNA)	17	0	17	水生動物疾病診斷輔助系統
<i>Penaeus monodon baculovirus</i> (MBV)(DNA)	17	0	17	水生動物疾病診斷輔助系統
Oyster herpesvirus 1 (Oshv-1)(DNA)	88	0	88	Renault, 2000
Marine birnavirus (MABV)(RNA)	94	0	94	VetPCR™ Detection Kit
White spot syndrome virus (WSSV)(DNA)	94	0	94	VetPCR™ Detection Kit
<i>Baculovirus penaei</i> (BP)(DNA)	94	0	94	VetPCR™ Detection Kit
<i>Penaeus monodon baculovirus</i> (MBV)(DNA)	94	0	94	VetPCR™ Detection Kit

分離出來。Suzuki et al. (1999) 之研究結果認為 MABV 屬於機會性病原，雖會持續感染多種海洋生物，但只有在緊迫因子出現時才會引起宿主死亡。此種情形則與國內過去的每年農曆 3、6、9 月氣候變化時，即發生大量死亡可能有密切關係。目前在國內所發現之貝類病毒僅限於 IPN 病毒、呼腸孤病毒及九孔的胞疹病毒，此發現與國外報告顯示貝類可被多種病毒侵害，而且大多具有病原性的結果截然不同。環境緊迫因子已證實會危害魚體的免疫系統功能，因此當魚體處於環境驟變之緊迫下，病原體之致病力會增高而造成爆發疾病之結果，相同的現象是否也會發生在養殖文蛤上，因此才造成季節性不明原因之大量死亡。水產試驗所在過去的研究中，已證明緊迫因子與細菌性病原共同作用會造成文蛤致病率及死亡率的升高。依據國內目前水產動物用藥品規範，貝類或有貝類混合養殖之水產動物皆不可使用藥物進行治療，因此水產益生菌的適當使用就變成是唯一可替代抗生素及化學藥劑應用於疾病爆發時之緊急處理方式。目前常用於水產養殖的益生菌，其主要功能包含增加或刺激細胞性免疫、與病原菌產生競爭性排斥作用、抗病毒作用、改善水質、減少抗生素使用及增加營養與改進飼料消化性等特性。現今水產益生菌種類繁多且價格不一，但是許多益生菌之作用機制仍不明確，如何使用不同種類之益生菌應用在不同養殖階段之文蛤，以達到有效改善養殖環境、增加抗病能力、降低養殖生物疾病之發生及降低死亡率的功效。此外，更須確定的是這些益生菌除

了對宿主無害外，更可符合綠色養殖概念也不會造成環境的污染，未來應可更深入研究是否可建立一些簡易有效之判別方法，以利養殖漁民評估益生菌使用種類及其效益。

六、其他有害生物

(一) 螺

貝類種苗培育池中，常常會出現大量的釘螺（圖 6-9）、椎實螺，牠們不但與蛤苗爭食，還大量消耗水中溶氧，除了會捕食部分種苗，還成為不少寄生蟲的宿主，通過牠們傳播多種疾病。釘螺、椎實螺在種苗培育池中的大量出現，大大地降低了蛤苗的活存



圖 6-9 釘螺吸附於文蛤外殼上引起文蛤死亡

率。其他有害螺類（如肉螺）為文蛤養殖之大敵害，此螺潛入沙中伸展其腹足，其伸展的幅度可為本身體積之 3—4 倍，可將文蛤輕易包覆其中；文蛤被肉螺包圍後開始分泌一種特殊之酸性物質將文蛤外殼穿孔，約 1 星期後文蛤體內之組織、體液被其吸收殆盡而死亡。當肉螺潛行於泥沙中會留下痕跡，故可根據此一痕跡將其捕捉後消滅。

（二）水母

根據環境資訊中心的研究，全球暖化長久以來被認為是造成全球性的水母數量增加的原因水母吃下大量的浮游生物，而這些浮游生物是小魚賴以為生的食物。許多因素造成水母大量增加的原因，包括氣候變化、過度捕撈、和農業肥料污染水源。水母適應

能力極佳，任何水域皆有可能發現牠的行蹤。水母是個被動性生物，通常以藻類為食，但也有少部分肉食性水母會在夜間 8—12 時以小魚及浮游生物為食。在韓國因為海月水母（moon jelly fish）與越前水母（Nomura's giant jelly fish）大量異常繁殖，造成箱網養殖的魚類大量死亡。

（三）藤壺

藤壺（圖 6-10）常附著在港口的木樁、水泥及其他水中建築物上，也會附著在海底電纜上，使電纜過重而斷裂。附著在發電廠的進水管及水中柵欄上的藤壺會嚴重影響電廠冷卻水的進入，常常造成很大的危害。藤壺也會附著在海龜及鯨魚的身上，影響牠們的游泳速度，甚至造成死亡。



圖 6-10 大量藤壺繁生與文蛤競食

(四) 似殼菜蛤

近年業者反應及媒體報導，雲林縣臺西與口湖地區的文蛤養殖魚塭中的似殼菜蛤 (*Mytilopsis sallei*) 與孔雀蛤 (*Perna viridis*) 的數量暴增，嚴重影響文蛤的養成。這兩種貝類為文蛤天敵，孔雀蛤進食力強，易與文蛤爭食，造成成長率下滑；似殼菜蛤則是會以足絲吸附在文蛤外殼 (圖 6-11)，導致文蛤難以吸收養分，最後因無法進食而暴斃。

(五) 蟹類

石蟹等蟹類在文蛤池中會捕食文蛤，應防止彼等混入養殖池中，或在養殖池中混養少量石斑魚，可降低文蛤池中之蟹類數目。

(六) 絲藻

池中如有絲藻等藻類大量繁生時 (圖 6-12)，可適量放養虱目魚、金錢魚、臭肚魚等草食性魚類抑制之，避免影響微細藻類的正常繁殖。



圖 6-11 似殼菜蛤吸附文蛤外殼引致文蛤死亡



圖 6-12 絲藻繁生引致文蛤因缺氧而大量死亡

七、水質與底質之惡化

養殖密度過高與混養過量易造成投餌量與污染物增加，養殖環境將會快速的惡化。養殖密度過高，飼料使用量控制不當，造成文蛤緊迫性過大，導致成長緩慢、體質虛弱，易遭細菌、病毒感染，確發生大量死亡。養殖末期，文蛤接近收成規格時，餌料需求量大增，業者往往投飼過量造成底質與水質惡化，引發大量死亡（圖 6-13）。由於文蛤習於潛入沙中棲息，因此池底的狀況會直接影響文蛤之成長，亦即底土管理是否妥善與養殖成敗息息相關。硫化氫為劇毒化合物，在文蛤養殖池底中的含量當然是越少越好，如何避免硫化氫濃度增高，有下列三種方法：(1)適量投餌，避免殘餌：池底若累積過多的有機物，會分解為含硫化氫、氨、有機酸及甲烷等有毒物質，直接影響文蛤生長及活存。(2)充分曝氧，增加溶氧量：池水充分曝氧可增加溶氧量，也是防止硫化氫

含量過高最有效的方法。因為高溶氧量可消耗硫化氫，並可抑制硫酸鹽還原菌之生長及繁殖，使其無法將硫酸鹽還原成硫化氫。(3)定期換水：定期換水不僅可改善水質，使池水中有害污染物濃度降低，若是引進之新水中含有礦物離子，亦可與硫化氫作用產生無毒性的黑色硫化物沉澱，如此即可降低硫化氫濃度，淨化水質。透過上述方法不僅能降低池底中的硫化氫含量，也能減少文蛤生長時可能遭受的緊迫，改善文蛤生長的環境。所謂養魚先養水，治病先治環境，有效降低池底有機物所造成之危害，才能減少養殖文蛤因環境因子異常改變而造成之大量死亡。養殖管理需注重進排換水之水質與水量，以維持良好的養殖環境，必要時可增加供氧設備增加水中溶氧，養殖環境不良時可大量排換水，或使用低濃度的強氧化劑，如過氧化氫，去除有機物，再施用沸石粉，改善底質環境。



圖 6-13 池底底土惡化造成大量硫化氫而出現黑水及腐敗雞蛋之臭味

本所近年在爆發大量死亡現象之文蛤養殖場進行水質檢測時發現 (表 6-2)，當養殖場文蛤出現零星死亡時，其硫化氫值為 0.3–0.5 ppm；開始大量死亡時，則其檢測結果通常都在 0.8 ppm 以上。如果文蛤已感染病原性細菌，當溫度高於 28℃ 及硫化氫值介於 0.5–0.8 ppm 之間時，實驗文蛤在 52 小時之死亡率高達 50% 以上。此結果與臺灣養殖文蛤常在季節轉換、氣溫驟升之時，出現大量死亡之情形相似。由疾病盛行率的結果探究水質不良為文蛤死亡最重要之因素 (圖 6-14)，同時也證明若能有效控制水質及養殖密度以降低有害物質排放 (如益生菌之投餵)，應可降低養殖文蛤死亡率及增加收成。現在人類面對污染及自然環

境異常變化而導致細菌變種或基因變異，如何建立新式模場以進行綠化養殖，減少對環境資源依賴及降低對海洋污染，將是人類未來新思維及挑戰。

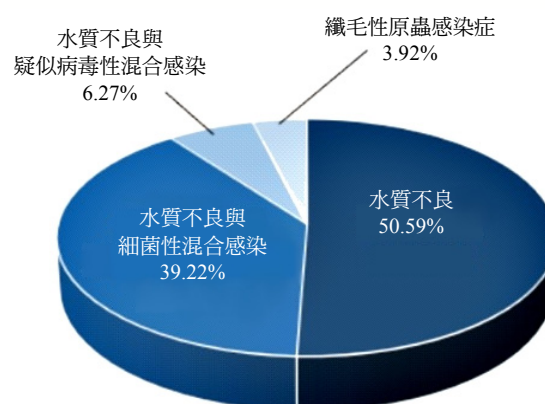


圖 6-14 文蛤死亡的主要因素

表 6-2 雲林臺西及嘉義布袋文蛤養殖之水質檢測與成長關係

檢測項目	雲林臺西			嘉義布袋		
	正常池	成長不佳	生長遲緩	正常池	成長不佳	生長遲緩
pH	8.02	7.48	7.67	7.31	7.11	7.04
鹽度(psu)	24	24	31	30	31	19
氨(ppm)	0.11	0.7	0.36	0.08	0.31	0.86
亞硝酸(ppm)	0.03	0.03	0.08	0.03	0.06	0.07
硫化物(ppm)	0.05	0.27	0.51	0.05	0.31	1.51
PO ₄ (ppm)	0.31	0.26	0.45	0.27	0.34	0.43
Zn (ppm)	2.97	3.34	4.4	6.44	6.7	4.05
Cu (ppm)	0.02	0.24	0.37	0.13	0.32	0.81
Fe ²⁺ (ppm)	0.15	0.16	0.87	0.18	0.53	0.65

註：水質檢測結果顯示大量死亡文蛤養殖池之總氨及硫化物濃度皆於 2-3 ppm 以上，零星死亡之文蛤養殖池其總氨及硫化物濃度則介於 1-2 ppm，生長停滯或停止進食之文蛤池總氨及硫化物濃度則介於 0.5-1 ppm