

養殖鮑常見疾病、健康管理與防疫對策
Common diseases, health management and disease
prevention in cultured abalone

黃之暘、李國誥、潘昭蓉、劉秉忠*

國立臺灣海洋大學水產養殖學系

C0034@mail.ntou.edu.tw

Received 1 December 2008; revised 18 June 2009; accepted 23 June 2009

一、前言

世界現存鮑螺屬生物約百餘種，地理分布極為廣泛，其中不乏重要養殖對象。全球大陸沿岸、太平洋、印度洋與大西洋中許多島嶼均有分布，並具食用與工藝等經濟價值；其中尤以北美、日本、韓國、中國大陸、台灣、南非與澳洲沿岸，分布種類與數量較為豐富(Boolootian *et al.*, 1962)。

鮑螺體型除了因種類別不同而有所差異，分布區域、攝食來源與成長狀態都會影響其體型大小；所有鮑螺種類中，以主要分佈於美國加州沿岸之紅鮑(*Haliotis rufescens* Swainson)體型最大，殼長可達 30 公分以上(Cox, 1962)，中國大陸產的皺紋盤鮑(*H. discus hannai* Ino)最大殼長可達 14 公分，此種為中國大陸出產體型最大、產量最多之鮑種類 (蔡, 1996；黃, 1998)；日本主要為皺紋盤鮑、黑盤鮑(*H. discus* Reeve)與大鮑(*H. gigantean* Gmelin)，而澳洲則以黑唇鮑(*H. rubber* Leach)、綠鮑(*H. fulgens* Viana)及光滑鮑(*H. laevigata* Donovan)為主；其餘各地區所產鮑

之主要種類如表 1 所示。活鮑、生鮮鮑與其產製品除具鮮美風味外，同時也具全球性市場，因此相關採補與養殖活動熱絡。在加拿大、美國、日本、中國、紐西蘭、澳洲、非洲與臺灣皆有養殖 (Oakes and Ponte, 1996)，產量與產值逐年攀升，其經濟價值與外銷潛力可見一斑。

隨飼養種類與區域不同，鮑螺培育與養成可分為淺海及陸地養殖。目前臺灣鮑(*Haliotis diversicolor*)的養殖方式主要歸納為潮間帶礁岩區築池養殖(圖 1)、四角磚覆蓋式陸上池養殖與箱籠立體式陸上池養殖等三大類型，除前者因為嚴重破壞沿岸地形景觀，受法令限制而逐漸式微，近年來為有效提升單位產量，因此在臺灣的南部、東北角、宜蘭與澎湖地區，開始於大型水泥池中堆疊箱籠，開創立體式的高密度集約養殖。除了部分養殖業者在幼貝養成初期，使用配合飼料混合投餵(林, 1984)外，其餘養殖過程中則以投餵龍鬚菜(*Gracilaria* spp.)為主。

高密度集約養殖雖多增加單位面積產量，並對於沿岸的海水與土地資源做更高效率的利用，然而隨著放養密度的提高，飼養生物受有限空間、水體與頻繁接觸之緊迫因子影響，遂使病原趁隙而入，在疏於管理狀態下爆發感染，嚴重危及產業發展。因此近幾年來，相關研究已由原本對於飼料配方與經濟效益等問題，轉向對於疾病防治與健康管理之探討。

二、養殖鮑常見疾病

鮑螺與常見之螺貝與雙枚貝均屬於軟體動物，一般通稱為貝類，為全球市場具高經濟價值之水產品。近年隨著沿岸環境破

壞，污染與高密度養殖，頻繁發生的疫病問題已嚴重影響到全球的貝類養殖產量與發展(Bower *et al.*, 1994)，甚至出現特定種類病毒、寄生蟲或細菌，藉由直接或間接的感染，影響人類健康的有關案例(Kurtovic and Teskeredzic, 2001；Lee *et al.*, 2003)。在分類上屬於鮑螺屬的鮑(abalone)，雖然在攝食行為與部分生態習性上，與以濾食方式並行底棲或附著生活的二枚貝類，不論在外型與生理機制上皆多所不同，但不論是養殖或野生的鮑螺，卻持續受到病原的影響與侵害，造成世界各地的鮑養殖場重大損失時有所聞(Li *et al.*, 1998; Muroga, 1999; Del Carmen *et al.*, 2002)。如果了解宿主與病原間的關聯性與感染途徑而避免病原的威脅，則有助於提升貝類幼苗的活存率 (Heasman *et al.*, 2000)。因此以下分別針對以前曾發生並造成鮑養殖產業重大損失的案例加以歸納，並依病原種類不同，區分為病毒性、細菌性、真菌性與寄生蟲性疾病。

1.病毒性疾病：

日本養殖黑盤鮑(*Nordotis discus*)在罹病後，出現明顯肌肉萎縮 (muscular atrophy)現象。Nakatsugawa (1990)探討其病癥與感染原因，發現多餘足部側方(pleuro-pedal)的神經幹(neuro-trunk)處形成腫瘤(tumors)。以罹病個體的組織均質液(homogenates)，通過 220 nm 濾膜並進行注射感染試驗，結果依病原顆粒大小與感染確認，證實造成疾病感染之病原為病毒。類似感染症狀也分別發生於日本黑盤鮑的育苗期及中間養成階段，檢測結果均可發現大量類病毒顆粒的存在，並在重複感染試驗中，同時證實疾病之再現性與感染病原為

病毒(Otsu and Sasaki, 1997)。此類病毒的感染，不但嚴重影響日本養殖黑盤鮑 (*Nordotis discus discus*)培育，同時也對珍珠牡蠣(*Pinctada fucata*)、日本扇貝(*Patinopecten yessoensis*)與短頸蛤(*Ruditapes philippinarum*)等重要經濟貝類，造成相當程度的危害(Muroga, 1999)。

推測造成中國大陸東南沿海養殖鮑出現大量死亡原因，極可能為病毒性感染(Li *et al.*, 1998)；隨後 Song 等(2000)對在 1999 年春天，發生在福建東山的養殖鮑(*H. diversicolor aquatilis*)大量死亡的原因調查結果，詳細描述感染的鮑其肝臟細胞出現壞疽(necrosis)，證明其病原為一球狀病毒(sphereovirus)，此病毒的外型特徵為具直徑約為 100 nm 的厚質外鞘，同時具有六角形顆粒外型等特性。Fang 等(2002)更進一步證實該病毒屬於 DNA 病毒。此外 Wang 等(2000)亦首次於養殖臺灣鮑(*H. diversicolor*)發生裂殼症(crack shell disease)的病材中，觀察到球狀病毒(spherical virus)存在。而在臺灣東北角養殖臺灣鮑出現大量暴斃病例中，也曾檢測出相同的病毒顆粒(張, 2003)。

病毒性感染症具有發病時間短、擴散迅速及造成大量死亡之特性；在鮑各組織間則由於培養細胞株闕如，及專一性核酸探針診斷技術尚未成熟，且病毒之培養觀察鑑定，必須仰賴細胞培養及電子顯微鏡的觀察，操作費時且鑑定不易；加上對於病毒感染並無妥治療方法，因此一旦發現相關感染症狀，養殖業者均束手無策，而僅能以隔離、消毒飼養環境及搶收加以應變(圖 2)。

2. 細菌性疾病：

常見於鮑的細菌性感染，有立克次體(Rickettsiales)與弧菌(*Vibrio* spp.)感染等；前者造成美國與歐洲養殖鮑出現明顯萎縮症狀，而後者則主要造成亞洲臺灣、中國大陸與日本等主要養殖鮑環境具高度感染及傳播性之疾病。

Del Carmen 等(2002)指出類立克次體(Rickettsiales-like prokaryotes；RLP)的 *Candidatus Xenohaliotis californiensis*，是造成美國加州養殖黃鮑(*H. corrugate* Gray)與綠鮑(*H. fulgens*)出現肌肉萎縮症 (withering syndrome)的主要病原。此種原核生物，也造成黑鮑(*H. cracherodii* Leach)出現類似肌肉萎縮的病癥(Martinez *et al.*, 2000)。

Bower 等(1994)指出，主要發生於養殖貝類傳染性疾病的病原種類，包括濾過性病毒、細菌、原生動物、真菌、後生動物與其他傳染性病原；而其他有關報告則指出經常發生於養殖鮑並造成相關感染之病原，以病毒及細菌為主(Otsu and Sasaki, 1997；Nakatsugawa *et al.*, 1999；Song *et al.*, 2000；Fang *et al.*, 2002)。造成鮑螺感染潰爛症(ulcerate disease)、腐敗性膿血症(septicopyaemia)、膿包症、肌肉潰爛與囊腫等症狀(圖 3)，其中又以弧菌佔明顯比率，其種類包括 *Vibrio splendidus* -II (Chen *et al.*, 2000)、*V. campbellii* (Ma *et al.*, 1996)、*V. fluvialis* (Li *et al.*, 1996)、*V. carchariae* (Nicolas *et al.*, 2002)、*V. parahaemolyticus* (陳, 1999)及 *V. alginolyticus* (Lee *et al.*, 2001、2003；Liu *et al.*, 2001)。僅有少部分的感染症狀(例如感染稚貝的化膿症)，是由其他例如假單胞菌所感

染(Ye *et al.*, 1997)。

3. 真菌性疾病：

在所有感染病例中，鮑的真菌性疾病因僅有零星發生，且感染後導致的死亡率很低，因此除了在日本及紐西蘭有此病原的感染案例外，有關此種病原的感染報告很少。發生於鮑的真菌感染對象，主要為日本西氏鮑(*H. sieboldii* Reeve)及澳洲與紐西的 *H. iris*、*H. australis* 與 *H. virginea virginea*。受真菌感染後的個體會於足部與套膜出現長度 5 mm 以上的瘤狀腫脹；此外貝殼硬蛋白處會出現水泡，或是殼頂端內側表面會出現類似珍珠物質，嚴重的影響鮑足部肌肉與殼貝間的連接部位；而在部分案例中，殼貝頂端會出現破碎或穿孔。菌絲主要出現於硬蛋白層及珠母層，在軟組織中並未發現，此並不傷害到個體(Friedman *et al.*, 1997；Grindley *et al.*, 1998)。受真菌感染的病鮑雖不直接影響活存，但在鮑養殖過程中，仍需特別注意這類慢性疾病對於長成後的影響(Diggles and Oliver, 2005)。

對於培育時間長達數年，且具有明顯體型與份量表現的大型鮑螺種類而言，為避免相關病原侵襲造成產業損失，因此對個體進行定期健康管理，多可在爆發明顯感染甚至導致死亡與疫情散播前，達到預防與遏止病原傳播與侵襲之保護。對於感染真菌性病原之相關診斷，方法雖有放射線或是超音波等偵測方式，但 Nollens *et al.* (2002)指出以內視鏡技術對麻醉處理的虹鮑進行真菌感染之診斷，其效果較為顯著。

對於發生於養殖鮑的真菌感染，目前並無良好的防治方法，僅能藉由隔離病原、限制來自疫區的個體或是徹底檢疫，以限制病原的散佈進而杜絕疫情的擴散。

4. 寄生蟲性疾病：

雖然相對於病毒或細菌性感染，寄生蟲對於鮑的影響較不嚴重，相關的感染寄生案例不多，然而因大量寄生所造成鮑因拒食而瘦弱、殼貝破損與畸形，進而影響商品價值、或因大量死亡造成產業損失，因此相關感染亦不可忽略。

感染養殖鮑之寄生蟲疾病相關調查與研究中，Goggin 與 Lester (1995)曾探討於 1985 至 1986 年間，造成澳洲養殖綠唇鮑(*H. laevigata*) 受派金蟲(*Perkinsus*)寄生感染之相關症狀；Bower (1989)則自出現病癥的勘察加鮑(*H. kamtschatkana* Jonas)與紅鮑(*H. rufescens*)幼鮑體內，分離出僅在幼鮑階段感染的寄生蟲 *Labyrinthuloides haliotidi*；近來相關報告中則指出，發生於澳洲箱籠養殖黑唇鮑(blacklip abalone；*H. rubra* Leach)的寄生蟲感染症，其感染原為一種泥蠕蟲(*Boccardia knoxi*)；感染後蟲體除會造成殼貝穿孔外，同時也多造成明顯死亡(Lleonart *et al.*, 2003)。

三、養殖鮑健康管理

目前台灣地區鮑魚養殖過程大致可區分為繁殖、附苗、幼貝養殖與成貝養成等四大階段，而相關階段之培育與飼養管理皆有研究報告(Jiang and Lai, 1974；Nie *et al.*, 1986；Hahn, 1989；Mgaya and Mercer, 1995；Capinpin and Corre, 1996；Nie *et al.*, 1996；

Capinpin *et al.*, 1999 ; Liu and Chen, 1999 ; 林, 1986 ; 楊與丁, 1986 ; 周與丁, 1987)。不過近年在臺灣鮑之養殖，於每年 4-9 月間陸續出現大量死亡，其病癥為：足部囊腫與潰瘍、殼緣內側出現褐黃色堆積，並在附苗階段大量脫落。2001 年春季，在東北角所養成的成鮑大規模暴斃，與在不同養殖階段的鮑於肌肉出現明顯萎縮，讓相關病害遂成為養殖臺灣鮑的主要限制因子。

因病原引發魚介貝類的罹病，不但造成自然生態與產業經濟明顯衝擊，同時也會嚴重危害到自然資源與漁業收成，並成為資源培育與養殖活動的限制因子(Bower *et al.*, 1994)。因此持續的監測病原，成為貝類養殖環境中，預防疾病感染的重要對策(Carnegie *et al.*, 2001)。Eissinger (1978)提出對貝類繁殖時有關疾病的預防與控制，藉由持續監測、穩定控制與正確管理，來杜絕感染性病原在環境中的存在。為能有效預防疾病，降低疫病發生機會、以減少對產業所造成之衝擊與損失，必須於不同階段徹底進行健康管理。

1.投餌用藻體：

養殖溫帶鮑種在投餌時多使用大型藻類，而在本地養殖臺灣鮑，則隨不同成長階段，分別使用配合飼料與海藻投餌。附板初期之臺灣鮑稚貝以浪板表面附著的矽藻為食，隨個體逐漸成長則添加粉狀飼料投餌。平面培養階段的幼貝以片狀飼料投餌，並隨個體成長逐漸轉為以龍鬚菜(*Gracilaria* spp.)為主。龍鬚菜為高密度立體式養殖臺灣鮑的主要餌料。未經處理的龍鬚菜表面有大量且多樣化之微生物相(microflora)，諸如：氣單胞菌(*Aeromonas* spp.)、假單胞菌

(*Pseudomonas* spp.)與弧菌(*Vibrio* spp.)等，此外在長途運送過程或不當堆放過程中，多易造成藻體腐敗與細菌的繁生，隨著投餵藻體而散佈於養殖環境中，並經由攝食途徑進入鮑體內，引發後續感染(圖 4)。

以半淡鹹水環境培養的龍鬚菜，藻體分岔茂密所具有的廣大表面積，成為河口或沿岸微生物附著的良好介質；加上因投餵所進行的切割絞碎，滲出的組織液也成為滋養微生物的營養來源。因此，從未經妥善清洗的龍鬚菜表面，經常可分離到大量的溶藻弧菌(*V. alginolyticus*)、鮫弧菌(*V. carchariae*)與腸炎弧菌(*V. parahaemolyticus*)，而這些弧菌已被證實與鮑感染弧菌症有密切相關(Lee *et al.*, 2001；2003；Liu *et al.*, 2001；Nicolas *et al.*, 2002)。

選用經妥善培養的藻體，適當的包裝與運輸方式，充分的清洗與對藻體表面菌相及菌量的監控，並在投餵前對藻體進行鮮度與菌量管理，配合投餵前移除未食畢之殘餌與糞便，有助於改善因投餵所造成的細菌感染問題。

2.種貝健康評估與繁殖管理：

臺灣鮑繁殖使用種苗，早期多使用採集自天然水域之野生種貝，但近年來由於自然資源逐漸萎縮，且因繁殖場大量增設，種貝需求量大增，故現今多轉以繁養殖場自行培育之 2-3 年，具有飽滿生殖巢之成鮑為主。

繁殖場對於種貝之挑選，多以生殖巢肥滿度的成熟狀態為主要考量。在繁殖季節或相關操作前數日，藉由分養、出售或投餵過程，將具成熟生殖巢之個體挑出，並將雌雄區

分並稍加飢餓後，旋即以溫度刺激或乾導法，獲得可進行後續操作並培育之生殖細胞，並在沉澱、洗卵與觀察卵裂後逕行發苗。

不論是加速個體排放生殖細胞的溫度刺激或乾導法，雖能妥善控制個體排放生殖細胞的時間，但密閉與狹小的水體空間，與伴隨生殖細胞大量分泌的黏液，經常會造成生殖細胞與受精卵的污染。相關試驗曾指出若使用未經紫外線或臭氧處理的水進行繁殖操作，加上種貝未經適當飢餓與充分流水蓄養，常導致繁殖過程的污染；相關水體、生殖細胞與受精卵表面除具有明顯菌量外，且易因垂直與水平傳播，造成發育初期稚貝感染與死亡(黃, 2005)。妥善的種貝管理，應將預備作為繁殖育苗使用之成熟個體，蓄養於具獨立水源供應的環境，同時投餵用藻體，也應充分消毒除菌，而定期對個體進行成熟度與健康狀態評估，皆為避免造成繁殖用親種感染，同時培育高品質健康稚貝之正確管理操作。

3.發苗前期環境管理：

臺灣鮑的稚貝與幼貝培育階段，多以在進行繁殖操作前數日，將洗淨之浪板垂吊於水泥池中，同時少量流水搭配適度光照，在浪板表面培養可供附苗階段之臺灣鮑稚貝攝取之矽藻。發苗後數日暫停流水，待原本浮游態之貝苗附著於浪板並開始攝食後，再依水溫與氣候條件差異調整進水。

垂吊用浪板數量、密度與間距調整，多以繁養殖業者經驗及實際管理需求為主；浪板除具有提供變態幼生附著功能，同時滋生於浪板表面，以矽藻系列為主之微細藻類，也

成為提供附著後積極覓食稚貝之主要食物來源。而少量進流水除具有更新環境水體功能，同時也可依實際需要調整，搭配遮網密度與開啟時間，藉以控制水溫，並調整浪板表面藻類生長速度，或兼具篩選培養藻相功能。由於未有大量且持續投餵，因此潑苗前後水質差異不大，不過由於鮑苗培育多直接抽取沿岸海水，因此選擇適當抽水時段，避免附著生物或捕食生物進入苗培育環境，並善用沉澱與過濾裝置，除可提供清潔海水，同時對於控制菌相與菌量亦有明顯助益。

4. 稚貝培育之健康管理：

近年來分別於中國大陸與臺灣等地鮑繁養殖場，出現附著初期稚貝或幼貝落板現象，不但影響鮑苗供應，同時對於產業成本與持續發展皆有顯著影響。放養稚貝前期多以攝取浪板表面微細藻類為主，隨幼貝殼長逐漸累積，浪板表面附著矽藻不敷幼鮑覓食消耗，部分育苗場則添加少量粉料，作為飼料轉換之補充性供應。

尚未脫離浪板自行生活的稚貝，浪板為其主要活動與覓食場所，因此浪板表面具有之微生物相，明顯影響個體的健康、成長與活存。在臺灣東北角與宜蘭沿海大量發生落板現象的採樣中發現，分別於 7-30 天內出現明顯落板及死亡現象的罹病稚貝或幼貝，不論是浪板表面與體內，皆存在大量且多種類弧菌(*Vibrio* spp.)，其中又以對臺灣鮑具致死性之溶藻弧菌(*V. alginolyticus*)與鮫弧菌(*V. carchariae*)為主；而隨強烈日照、低交換率造成的水體老化，迅速滋生的大型藻類，也加速菌量累積與菌相組成的歧異度(黃, 2005)。

在稚貝培育初期階段，應妥善做好進流水控制，並避免浪板表面生物薄層增厚、大型藻類生長及過於旺盛的光合作用。初步試驗發現使用臭氧及紫外線處理，搭配適當的水質與投餵管理，有助於改善臺灣鮑附著初期與稚貝成長階段之落板現象。

四、防疫對策

相關報告指出，高密度集約式的養殖管理，為貝類養殖產業帶來健康與管理上的新挑戰(Elston *et al.*, 1998)；其中分別來自病毒、類立克次體、細菌、原生動物與大型寄生蟲等病原生物，明顯影響鮑養殖產業發展，甚至讓此一自然資源暴露於病害威脅陰影之下(Muroga, 1999；Bower, 2003；Friedman and Finley, 2003；Friedman *et al.*, 2003；Lleonart *et al.*, 2003；Huang *et al.*, 2004)。此外感染水產生物並造成相關疾病之病毒、病原菌株與寄生蟲，亦很容易藉由直接或間接的傳播方式，影響人類健康與環境衛生(Kurtovic and Teskeredzic, 2001；Lee *et al.*, 2003)，因此相關於養殖貝類的健康評估或防疫管理，成為產業與研究單位新興的關注焦點。

對具高經濟價值的鮑養殖產業而言，赤潮污染(Botes *et al.*, 2003)、類立克次體、病原菌與大型寄生蟲等感染，嚴重危害產業發展與自然資源，因此諸多研究，莫不以增進鮑苗附著(Huang *et al.*, 2004；Stott *et al.*, 2004)、營養與投餵管理(Gallardo and Buen, 2003；Gomez-Montes *et al.*, 2003；Stott *et al.*, 2003)、細菌性疾病治療、環境控制(Huchette *et al.*, 2003；Tan *et al.*, 2003)與改善養殖方式(Shpigel and Neori, 1996；Kong *et al.*, 2000；Schuenhoff *et*

al., 2003)，希冀降低傳染性疾病與寄生蟲對鮑養殖之危害，促進產業穩定發展。

對於杜絕疫病的相關管理操作，較為正確的態度應該由隔離病原與消弭環境中可以促使機緣性病原感染養殖生物的因子，因此分別就設備與器材消毒、餌料管理、殺菌與消毒設備及益生菌與免疫激活物等方面，針對養殖鮑防疫對策進行說明。

1.設備與器材消毒：

Bower 等(1989)曾分別以不同濃度的氯、硫酸銅、福馬林、碘、異丙醇、孔雀綠及甲基藍等化學藥劑，處理發生於勘察加鮑(*H. kamtschatkana*)與紅鮑(*H. rufescens*)幼鮑階段的寄生蟲，但結果僅有氯 25 ppm 產生殺蟲效果；若以針對殺滅真菌性的抗生素(fungicide cycloheximide)進行處理，效果則並不理想。此外對於鮑養殖過程中的病原處理，亦有分別使用水溶性的毒性物質、於殼貝上塗抹臘質使寄生蟲窒息、短暫暴露於空氣中及改變滲透壓等方式處理，效果卻十分有限(Leighton, 1998)。

對於感染肌肉萎縮症(withering syndrome, WS)之紅鮑，Friedman 等(2003)曾探討以口服方式給予 OTC (oxytetracycline)之可行性及效果，此外亦有針對黑唇鮑(blacklip abalone, *H. rubra*)及臺灣鮑(*H. diversicolor*)，進行藥理與組織學試驗等研究(Chen *et al.*, 2000；Edwards *et al.*, 2003)。然而廣泛使用抗生素進行治療，所引起之藥劑殘留與病原生物產生抗藥性，卻成為食品衛生及治療處理上的隱憂。

因此與其在疫情發生後採取治療對策，不如針對以操作處理且較為經濟性之設備與器材消毒著手，藉以杜絕病原菌隨水體、生物或操作器材進行傳播。應用於貝類養殖環境的相關管理，包括了養殖系統表面的定期清理與衛生管理、養殖用水的過濾、繁殖用種苗的健康管理及降低養殖環境中有機廢物的溶存量(Eissinger, 1978；Elston *et al.*, 2000；Bachere, 2003)。此外亦有報告指出，充分了解宿主與病原間的關聯性、感染途徑並隔離病原威脅，皆有助提升貝類幼苗的活存率(Heasman *et al.*, 2000)。

2. 餌料管理：

活餌是污染養殖環境及攜帶病原的主要管道，而其中又以 *Vibrio* 為主。造成貝類感染疾病的病原菌，大多先附著於養殖環境表面，並以餌料生物及養殖對象所產生之有機廢物為營養來源；而在感染途徑上則多由殼膜處(periostracum)入侵，並在感染後造成套膜部位明顯的壞疽(necrosis)，最後直達體腔引發迅速死亡(Elston *et al.*, 2000)。此外部分病原亦隨餌料生物攜入造成感染(Davis and Arnold, 1998)，且隨飼養密度增高，迅速爆發並快速傳播的疾病問題，往往成為企業與工廠化養殖的最大隱憂(Anon, 1998)。因此如何妥善進行健康管理與疾病控制，遂成為降低風險與提高活存的決定關鍵。

臺灣鮑培育多以淺海養殖之龍鬚菜作為餌料，由於多暴露空氣中並以常溫長途運送之關係，導致存在大量複雜菌相；格外是破損藻體流逝的組織液，與堆積發酵產生的高

溫，常使菌量迅速累積，而在菌相組成上，又以對臺灣鮑具病原性之弧菌(*Vibrio* spp.)為主(黃, 2005)。

將臭氧消毒使用於貝類的實際案例，主要針對活生貝體進行消毒、去毒與生菌量控制(Fletcher *et al.*, 2002)。Rodrick (1997)曾以臭氧進行受赤潮污染之貝類的去毒處理，發現臭氧除可殺滅造成赤潮的渦鞭毛藻外，同時也可使相關毒性物質失去活性。亦有報告指出，搭配適當的臭氧濃度與處理時間，可分別降低硬殼圓蛤(*Mercenaria campechiensis*)體內海洋瘡傷弧菌(*V. vulnificus*)菌量(Schneider *et al.*, 1991)、有效降低造成貝體污染的 fecal coliforms、*V. vulnificus* 與 non-01 *V. cholerae* (Rodrick and Schneider, 1989)，甚至讓污染貝體的麻痺性貝毒去活性(Siewicki, 1988)。Zhang 等(2001)在針對循環水養殖黑盤鮑(*H. discus hannai* Ino)環境中菌量變動情形，並提出通入濃度為 0.417 ppm 的臭氧，可有效控制環境菌量的初步描述。因此建議對於投餵臺灣鮑之餌料管理，最好能將原本僅用於暫時堆放龍鬚菜之場所，設立為具清洗與流水功能之洗滌池；同時藉由除菌劑、臭氧與流水重複處理，降低藻體表面菌量，同時避免相關病原藉由投餵或攝食路徑進入養殖環境。

3.消毒與殺菌設備：

Jaekle 與 Manahan (1989)針對紅鮑稚貝培育階段發生的水質污染與健康管理，提出應以生物過濾與紫外光氧化裝置來排除存在於環境中的過多細菌污染，同時應妥善控制環境中的生物量；此外日本在針對鮑苗培育的管理上，亦提出

使用多樣化的育苗環境、以水泥鋪面為材質的溝渠培育及適當的放養體型等建議(Shaw, 1981)。Meunpol 等(2003)曾探討於草蝦養殖環境中，使用臭氧控制環境細菌與蝦苗健康間的相互關係；而臭氧處理亦曾使用在養殖鱒魚細菌性鰓病控制(Bullock *et al.*, 2002)、石斑卵與魚苗之相關管理(Su *et al.*, 2001)，以及提升養殖海水魚類的孵化率(Huang *et al.*, 2001)。

波長為 254 nm 的紫外線，因具使病毒或細菌產生無法回復損害，並擁有接觸時間短、無殘留性及亦操作控制等特性，故被廣泛應用空氣、密閉空間、廢水或是外科手術器材等相關殺菌處理(Zhu *et al.*, 2002)；同時成為經常被採用的養殖用水、幼苗及生餌消毒處理方式之一(Muniain-Mujika *et al.*, 2002；Cutts *et al.*, 2004)。

相對於化學藥劑及抗生素處理，越來越多的報告指出，以紫外線及臭氧擴散進行養殖貝類的健康管理與疾病控制，使其儼然成為兼具高效率、低污染與殘留風險的主要方式(Blogoslawski and Alleman, 1979；Azanza *et al.*, 2001；Muniain-Mujika *et al.*, 2002)；不過對於相關器材與設備的實際操作與個性設備之功能、不同組合及處理程序，以及相關淨化、除菌、殺菌與消毒處理，卻仍存在相當的探討空間(Blogoslawski *et al.*, 1978；Dupree, 1981；Sako and Sorimachi, 1985；Chen *et al.*, 2000；Liltved, 2000；Zhang *et al.*, 2001)。

部分報告比較應用於養殖環境之臭氧及紫外線裝置殺菌能力差異，發現紫外線殺菌裝置由於受到水流速度、照射功率與照射時間影響，僅能殺滅部分種類病毒或細菌，甚

至僅具控制環境菌量在一定範圍之能力(Oakes *et al.*, 1979 ; Burkhardt *et al.*, 1992 ; Liltved, 2000 ; Zhang *et al.*, 2001) 。因此部分報告亦建議，紫外線殺菌裝置最好能配合臭氧(Blogoslawski and Alleman, 1979)、氯、或碘等的輔助處理，效果會較單一使用為佳(Liltved and Landfald, 1995)。

4. 益生菌與免疫激活物應用：

在養殖環境使用消毒劑及抗生素等化學藥劑，進行病原控制、疾病預防與治療等化學療法時，不當的用藥選擇與劑量，常造成養殖水體與底質環境的污染、對不同階段的養殖生物造成傷害，並使病原生物產生抗藥性(Alabi, 2000 ; Bachere, 2003 ; Jeyasekaran *et al.*, 2003)。因此在部分地區或國家，均針對特定的養殖及育苗環境，給予藥劑使用上的種種限制(Elston *et al.*, 2000)。

Sorgeloos (1994)針對養殖生物育苗環境與培育初期管理，提出對餌料生物營養強化與供應益生菌(probiotic)的觀念；並闡述藉由適當的管理，有助提升魚苗與貝苗的品質，並增加其對疾病的抵抗力。在部分報告中，亦將經常使用於養殖環境中的化學療法、過濾、紫外線殺菌與臭氧擴散等處理方式進行比較，發現以上述方式進行消毒或部分殺菌，可能導致水體菌相失衡發展。有鑑於此，嘗試在養殖環境藉由添加益生菌，藉以增加甲殼類、二枚貝類與棘皮動物的存活與成長(Gatesoupe, 1999 ; Alabi, 2000)，以及對水質環境與疾病等相關控制(Babu and Rao, 2000 ; Bachere, 2003)的處理於是應運而生。

過去研究結果已證實益生菌應用於水產養殖中，對改善養殖生物之疾病抵抗力、營養吸收與成長具明顯效果，且使用益生菌來預防養殖生物疾病並增進營養吸收，已成為對環境友善且廣泛使用的水產養殖管理方式(Macey and Coyne, 2005)。數篇報告已指出漁養殖環境添加益生菌的實際效果，包括添加非病原性之假單胞菌 *Pseudomonas fluorescens* strain AH2 對病原性 *V. anguillarum* 具有明顯抑制效果，試驗中添加此菌可明顯降低虹鱒的死亡率(Gram *et al.*, 2000)；而於飼料中添加益生菌 *Carnobacterium divergens* 也發現可降低鱒魚幼魚受 *V. anguillarum* 攻擊之死亡率(Olafsen, 2001)，最近亦有將 *Carnobacterium* sp.應用於大西洋鮭及虹鱒之報告(Robertson *et al.*, 2000)。Erasmus *et al.* (1997)證實分佈於紅鮑消化道中的細菌，能分解主要食物來源，如大型褐藻 (*Ecklonia maxima*)與紅藻(*Gracilaria gracilis*)中複雜的多醣類成分；此外亦發現由細菌分泌的酵素，也對增進紅鮑之吸收與成長有關。因此如何妥善利用益生菌與免疫激活物，有效提升產能、創造高品質水產品、避免藥物殘留與遏阻病害威脅，成為最具潛力之管理方式。

五、結論

大規模的疾病爆發，成為養殖產業的主要限制因子，而相關管理與操作也會影響養殖生物對於病原的感受性。因此衛生控制與疾病預防應建立在宿主、病原與環境三者間的平衡之上，而對於養殖對象與病原生物採取不同的管理策略，亦會產生不同的效果，且其中包括一定程度的副作用。在過去 20 年間，水產養殖

遭受疾病的明顯侵襲，因此舉凡機械過濾、臭氧及紫外線處理、化學療法、抗生素療法與生物控制等，成為養殖環境中經常應用的處理策略(Blogoslawski *et al.*, 1978 ; Dupree, 1981 ; Anon., 1998 ; Muniain-Mujika *et al.*, 2002 ; Rodrick, 1988 ; Bachere, 2003 ; Jeyasekaran *et al.*, 2003)。

針對頻繁發生於鮑養殖過程中之相關疾病，整合過去研究調查與部分結果，歸納在面對日益嚴重的病害問題，建議分別於育苗操作、養成過程與日常管理，建立正確防疫與健康管理觀念，使用無病原污染之種貝、配合紫外線殺菌與臭氧處理水體，可大幅降低鮑苗感染弧菌機率。如能配合於附板階段進行連續環境菌量、浪板表面菌相及藻相之監測與控制，應有助於鮑苗活存率之提升，並降低養成過程中受病害侵襲風險。

六、參考文獻

- Alabi, A.O., 2000. The use of probiotic techniques for controlling bacterial diseases in marine invertebrate hatcheries. *J. Shellfish Res.*, 19 (1): 650-659.
- Azanza, M., Azanza, R., Gedaria, A., Sententa, H. and Idjao, M., 2001. Decimal reduction times of *Pyrodinium bahamense* var. *compressum* and *Escherichia coli* in chlorine- and ultraviolet-treated seawater. *Lett. Appl. Microbiol.*, 33: 371-376.
- Babu, B.T. and Rao, B., 2000. Application of bioremediation in sustainable shrimp culture. *Fish. Chimes.*, 20: 25-27.
- Bachere, E., 2003. Anti-infectious immune effectors in marine

- invertebrates: Potential tools for disease control in larviculture. *Aquaculture*, 227: 427-438.
- Blogoslawski, W.J. and Alleman, D.W., 1979. Ozone-UV water treatment system for shellfish quarantine. *Ozone: Sci. Eng.*, 1: 55-60.
- Blogoslawski, W.J., Stewart, M.E. and Rhodes, E.W., 1978. Bacterial disinfection in shellfish hatchery disease control. In : *Proceedings of the Ninth Annual Meeting World Mariculture Society*. pp. 589-602. The World Mariculture Society, Atlanta, USA.
- Boolootian, R.A., Farmanfarmaian, A. and Giese, A.C., 1962. On the reproductive cycle and breeding habits of two western species of *Haliotis*. *Biol. Bull.*, 2: 183-193.
- Botes, L., Smit, A.J. and Cook, P.A., 2003. The potential threat of algal blooms to the abalone (*Haliotis midae*) mariculture industry situated around the South African coast. *Harmful Algae*, 2: 247-259.
- Bower, S.M., 2003. Update on emerging abalone diseases and techniques for health assessment. *J. Shellfish Res.*, 22: 805-810.
- Bower, S.M., Hervio, D. and McGladdery, S.E., 1994. Potential for the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, to serve as a reservoir host and carrier of oyster pathogens. In: *Ices Council Meeting Papers*, p. 5. ICES, Copenhagen, Denmark.

- Bower, S.M., McLean, N. and Whitaker, D.J., 1989. Mechanism of infection by *Labyrinthuloides haliotidis* (Protozoa: Labyrinthomorpha), a parasite of abalone (*Haliotis kamtschatkana*) (Mollusca: Gastropoda). J. Invertebr. Pathol., 53: 401-409.
- Bullock, G.L., Summerfelt, S.T., Noble, A.C., Weber, A.L., Durant, M.D. and Hankins, J.A., 2002. Effects of ozone on outbreaks of bacterial gill disease and numbers of heterotrophic bacteria in a trout culture recycle system. In: Proceedings of the 1st International Conference on Recirculating Aquaculture. pp. 100-108. The Conservation Fund's Freshwater Institute, Shepherdstown, West Virginia, USA.
- Burkhardt III, W., Rippey, S.R. and Watkins, W.D., 1992. Depuration rates of northern quahogs, *Mercenaria mercenaria* (Linnaeus, 1758) and eastern oysters *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791) in ozone-and ultraviolet light-disinfected seawater systems. J. Shellfish Res., 11: 105-109.
- Capinpin Jr., E.C. and Coore, K.G., 1996. Growth rate of the Philippine abalone, *Haliotis asinine* fed an artificial diet and macroalgae. Aquaculture, 144: 81-89.
- Capinpin Jr., E.C., Toledo, J.D., Encena II, V.C. and Doi, M., 1999. Density dependent growth of the tropical abalone, *Haliotis asinine* in cage culture. Aquaculture, 171: 227-235.
- Carnegie, R.B., Barber, B.J. and Distel, D.L., 2001. Detection of the

- flat oyster *Ostrea edulis* parasite *Bonamia ostreae* by fluorescent in situ hybridization. In: Aquaculture 2001, Book of Abstracts. p. 106. School of Marine Sciences, University of Maine, Orono, USA.
- Chen, Z.S., Lu, J.Y., Wu, J.Y. and Zeng, H., 2000. Studies on pathogenic bacteria of ulcerate disease in *Haliotis diversicolor*. Tropic Ocean., 19: 72-77.
- Cox, K.W., 1962. California abalones, family Haliotidae. Fish. Bull., 118: 1-3.
- Cutts, C., Sherwood, J. and Treasurer, J., 2004. Disinfecting live feed may improve larval cod (*Gadus morhua* L.) survival. Fish Farmer, 27: 13-14.
- Davis, D.A. and Arnold, C.R., 1998. Tolerance of the rotifer *Brachionus plicatilis* to ozone and total oxidative residuals. In: Aquaculture '98 Book of Abstracts. p. 137. Fisheries and Mariculture Laboratory, Marine Science Institute, University of Texas at Austin, Texas, USA.
- Del Carmen Alvarez Tinajero, M., Caceres-Martinez, J. and Aviles, J.G.G., 2002. Histopathological evaluation of the yellow abalone *Haliotis corrugata* and the blue abalone *Haliotis fulgens* from Baja California, Mexico. J. Shellfish Res., 21: 825-830.
- Diggles, B.K. and Oliver, M., 2005. Diseases of cultured paua (*Haliotis iris*) in New Zealand. In: Walker, P.J., R.G. Lester,

- M.G. Bondad-Reantaso (eds.) Diseases in Asian Aquaculture V. Proceedings of the 5th Symposium on Diseases in Asian Aquaculture. pp. 275-287. Fish Health Section, Asian Fisheries Society, Manila, Philippines.
- Dupree, U.K., 1981. An overview of the various techniques to control infectious diseases in water supplies and in water reuse aquacultural systems. In: Proceedings of the Bio-engineering Symposium for Fish Culture. pp. 83-89. Fish Culture Section of the American Fisheries Society, Bethesda, Md., USA.
- Edwards, S., Geraghty, D. and Ralph, J., 2003. Pharmacological and histological assessment of gut muscle movement in blacklip abalone, *Haliotis rubra* (Leach). Aquaculture Res., 34: 383-388.
- Eissinger, R.A., 1978. Disease control in a molluscan shellfish hatchery. Proc. Natl. Shellfish. Assoc., Md., 68: 89-90.
- Elston, R., Heidel, J., Davis, J. and Cheney, D., 1998. Intensive bivalve health management. J. Shellfish Res., 17(4): 1280. (abstract)
- Elston, R., Gee, A. and Herwig, R.P., 2000. Bacterial pathogens, diseases and their control in bivalve seed culture. J. Shellfish Res., 19(1): 644. (abstract)
- Erasmus, J.H., Cook, P.A. and Coyne, V.E., 1997. The role of bacteria in the digestion of seaweed by the abalone *Haliotis midae*. Aquaculture, 155: 381-390.

- Fang, Y., Huang, Y.Y., Yan, J.H., Yan, Q., Wu, W.H. and Ni, Z.M., 2002. Isolation and observation of "virus disease" virus of abalone in Dongshan, Fujian. *J. Oceanogr.*, 21: 199-202.
- Fletcher, G.C., Hay, B.E. and Scott, M.F., 2002. Reducing neurotoxic shellfish poison (NSP) in Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) to levels below 20 mouse units times 100 G⁻¹. *J. Shellfish Res.*, 21: 465-469.
- Friedman, C.S. and Finley, C.A., 2003. Anthropogenic introduction of the etiological agent of withering syndrome into northern California abalone populations via conservation efforts. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 60: 1424-1431.
- Friedman, C.S., Grindley, R. and Keogh, J.A., 1997. Isolation of a fungus from shell lesions of New Zealand abalone, *Haliotis iris* Martyn and *H. australis* Gmelin. *Molluscan Research*, 18: 313-324.
- Friedman, C.S., Moore, J.D., Robbins, T.T., Braid, B.A., Finley, C.A., Hedrick, R.P., Baxa, D.V., Andree, K.B., Rosenblum, E., Viant, M.R., Tjeerdema, R.S., Haaker, P.L., Tegner, M.J and Vilchis, L.I., 2003. Withering Syndrome of abalone in California. *J. Shellfish Res.*, 22(2): 603. (abstract)
- Gallardo, W.G. and Buen, S.M.A., 2003. Evaluation of mucus, Navicula, and mixed diatoms as larval settlement inducers for the tropical abalone *Haliotis asinina*. *Aquaculture*, 221: 357-364.

- Gatesoupe, F.J., 1999. The use of probiotics in aquaculture. *Aquaculture*, 180: 147-165.
- Goggin, C.L. and Lester, R.J.G., 1995. Perkinsus a protistan parasite of abalone in Australia: A review. *Mar. Freshwat. Res.*, 46: 639-646.
- Gomez-Montes, L., Garcia-Esquivel, Z., D'Abramo, L.R., Shimada, A., Vasquez-Pelaez, C. and Viana, M.T., 2003. Effect of dietary protein: energy ratio on intake, growth and metabolism of juvenile green abalone *Haliotis fulgens*. *Aquaculture*, 220: 769-780.
- Gram, L., Lbvold, T., Nielsen, J., Melchiorson, J. and Spanggaard, B., 2001. In vitro antagonism of the probiotic *Pseudomonas fluorescens* strain AH2 against *Aeromonas salmonicida* does not confer protection of salmon against furunculosis. *Aquaculture*, 199: 1-11.
- Grindley, R.M., Keogh, J.A. and Friedman, C.S., 1998. Shell lesions in New Zealand *Haliotis* spp. (Mollusca, Gastropoda). *J. Shellfish Res.*, 17: 805-811.
- Hahn, K.O., 1989. Nutrition and growth of abalone. In: Hahn, K.O. (Ed.), *Handbook of Culture of Abalone and Other Marine Gastropods*. pp. 135-180. CRC Press, Boca Raton, FL. USA.
- Heasman, M.P., Goard, L., Diemar, J. and Callinan, R.B., 2000. Improved early survival of molluscs: Sydney rock oyster (*Saccostrea glomerata*). *Aquaculture CRC Project A.2.1*,

- NSW Fisheries Final Report Series No.29, Nelson Bay, Australia.
- Huang, M.Z., Zhu, J.K., Wu, L.F., Lu, J.J. and Lin, Y., 2001. A study on application of ozone to marine fish hatching. J. Oceano. Taiwan Strait/Taiwan Haixia. Xiamen, 20: 371-375.
- Huang, J.R., Xu, R.L. and Liao, J.Y., 2004. Harmful ciliates and dominant genus in culture ponds of young abalone. Mar. Sci. Bull., 6: 73-79.
- Huchette, S.M., Koh, C.S. and Day, R.W., 2003. Growth of juvenile blacklip abalone (*Haliotis rubra*) in aquaculture tanks: Effects of density and ammonia. Aquaculture, 219: 457-470.
- Jaeckle, W.B. and Manahan, D.T., 1989. Influence of water quality on larvae of the red abalone *Haliotis rufescens*. J. Shellfish Res., 8: 322-331.
- Jeyasekaran, G., Selvaraj, S., Shakila, R.J. and Jayanth, K., 2003. Putative probiotic marine bacteria for aquaculture systems. Fish Farmer, 26: 46-48.
- Jiang, Y.M. and Lai, C.F., 1974. Studies on the preference for feed of abalone, *Haliotis diversicolor supertexta* Lischke. China Fish. Monthly, 284: 6-7.
- Kong, Y.T., Wang, Q., Zheng, Z.M., Liu, M.G., Deng, Z.F. and Chen, S.H., 2000. Fouling organisms and control in ocean-based cultivation of abalone (*Haliotis discus hannai*). Mar. Env. Sci., 19: 40-43.

- Kurtovic, B. and Teskeredzic, E., 2001. Zoonosis of aquatical (sic) aquatic organisms. Ribarstvo. Zagreb., 59: 159-169.
- Lee, K.K., Liu, P.C., Chen, Y.C. and Huang, C.Y., 2001. The implication of ambient temperature with the outbreak of vibriosis in cultured small abalone *Haliotis diversicolor supertexta* Lischke. J. Therm. Biol., 26: 585-587.
- Lee, K.K., Liu, P.C. and Huang, C.Y., 2003. *Vibrio parahaemolyticus* infectious for both humans and edible mollusk abalone. Microb. Infect., 5: 481-485.
- Leighton, D.L., 1998. Control of sabellid infestation in green and pink abalones, *Haliotis fulgens* and *H. corrugata*, by exposure to elevated water temperatures. J. Shellfish Res., 17: 701-705.
- Li, T.W., Ding, M.G., Song, X.M., Xiang, J.H. and Liu, R.Y., 1996. Preliminary studies on the mechanism of *Vibrio fluvialis*-II. Resistance to antibiotics. Oceanol. Limnol., 27: 637-645.
- Li, T.W., Ding, M.J., Zhang, J., Xiang, J.H. and Liu, R.Y., 1998. Studies on the pustule disease of abalone (*Haliotis discus hannai* Ino) on the Dalian coast. J. Shellfish Res., 17: 707-711.
- Liltved, H., 2000. Disinfection of water in aquaculture: Factors influencing the physical and chemical inactivation of microorganisms. p. 40. Norwegian College of Fish. Sci. University of Tromsø, Norway.
- Liltved, H. and Landfald, B., 1995. Disinfection of water in fish

- culture - factors that affect the sensibility of the fish pathogenic bacteria towards UV irradiation. VANN, 30: 386-394.
- Liu, K.M. and Chen, W.K., 1999. Examining the effects of stocking density and depth on growth of intensive cultured abalone, *Haliotis diversicolor supertexta* Lischke. J. Fish. Soc. Taiwan, 26: 23-33.
- Liu, P.C., Chen, Y.C. and Lee, K.K., 2001. Pathogenicity of *Vibrio alginolyticus* isolated from diseased small abalone *Haliotis diversicolor supertexta*. Microbios, 104: 71-77.
- Lleonart, M., Handler, J. and Powell, M., 2003. Spionid modworm infestation of farmed abalone (*Haliotis* spp.). Aquaculture, 221: 85-96.
- Ma, J.M., Wang, Q., Ma, F.H. and Liu, M.G., 1996. A pathogen of septicopyaemia in the abalone *Haliotis discus hannai* Ino. Dalian, China. J. Fish. China, 20: 332-336.
- Macey, B.M. and Coyne, V.E., 2005. Improved growth rate and disease resistance in farmed *Haliotis midae* through probiotic treatment. Aquaculture, 245: 249-261.
- Martinez, J.C., Tinajero, C.A., Renteria, Y.G. and Aviles, J.G.G., 2000. Rickettsiales-like prokaryotes in cultured and natural populations of the red abalone *Haliotis rufescens*, blue abalone *Haliotis fulgens*, and the yellow abalone *Haliotis corrugata* from Baja California, Mexico. J. Shellfish Res.,

19(1): 503. (abstract)

- Meunpol, O., Lopinyosiri, K. and Menasveta, P., 2003. The effects of ozone and probiotics on the survival of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Aquaculture*, 220: 437-448.
- Mgaya, Y.D. and Mercer, J.P., 1995. The effects of size grading and stocking density on growth performance of juvenile abalone, *Haliotis tuberculata* Linnaeus. *Aquaculture*, 136: 297-312.
- Muniain-Mujika, I., Girones, R., Tofino-Quesada, G., Calvo, M. and Lucena, F., 2002. Depuration dynamics of viruses in shellfish. *Int. J. Food Microbiol.*, 77: 125-133.
- Muroga K., 1999. Diseases of maricultured gastropods and bivalves in Japan. In: Abstracts of Fourth Symposium on Diseases in Asian Aquaculture: Aquatic Animal Health for Sustainability. pp. 197-202. Waterfront Cebu City Hotel, Cebu City, Philippines.
- Nakatsugawa, T., 1990. Infectious nature of a disease in cultured juvenile abalone with muscular atrophy. *Fish Pathol.*, 25: 207-211.
- Nicolas, J.L., Basuyaux, O., Mazurie, J. and Thebault, A., 2002. *Vibrio carchariae*, a pathogen of the abalone *Haliotis tuberculata*. *Dis. Aquat. Org.*, 50: 35-43.
- Nie, Z.G., Wang, P., Wang, Z.G. and Yan, J.P., 1986. Experiments on preparing of formulated feed and feeding efficiency of young abalone, *Haliotis discus hannai* Ino. *Mar. Fish. Res.*, 7: 53-64.

- Nie, Z.Q., Ji, M.F. and Yan, J.P., 1996. Preliminary studies on increased survival and accelerated growth of overwintering juvenile abalone, *Haliotis discus hannai* Ino. *Aquaculture*, 140: 177-186.
- Nollens, H.H., Schofield, J.C., Keogh, J.A. and Probert, P.K., 2002. Evaluation of radiography, ultrasonography and endoscopy for detection of shell lesions in live abalone *Haliotis iris* (Mollusca: Gastropoda). *Dis. Aquat. Org.*, 50: 145-152.
- Oakes, D., Cooley, P., Edwards, L.L., Hirsch, R.W. and Miller, V.G., 1979. Ozone disinfection of fish hatchery waters: Pilot plant results, prototype design and control considerations. In: *Proceedings of the Tenth Annual Meeting*. pp. 854-870. World Mariculture Society, Honolulu, Hawaii, USA.
- Oakes, F.R. and Ponte, R.D., 1996. The abalone market: Opportunities for cultured abalone. *Aquaculture*, 140: 187-195.
- Olafsen, J.A., 2001. Interactions between fish larvae and bacteria in marine aquaculture. *Aquaculture*, 200: 223-247.
- Otsu, R. and Sasaki, K., 1997. Virus-like particles detected from juvenile abalones (*Nordotis discus discus*) reared with an epizootic fatal wasting disease. *J. Invertebr. Pathol.*, 70: 167-168.
- Robertson, P.A.W., O'Dowd, C., Burrels, C., Williams, P. and Austin, B., 2000. Use of *Carnobacterium* sp. as a probiotic for

- atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum). *Aquaculture*, 185: 235-243.
- Rodrick, G.E., 1988. Bacterial and viral elimination in commercial plants. *J. Shellfish Res.*, 7(1): 132. (abstract)
- Rodrick, G.E., 1997. Ozone assisted depuration of red tide contaminated shellfish. *J. Shellfish Res.*, 16: 321.
- Rodrick, G.E. and Schneider, K., 1989. Depuration of vibrios from Florida shellfish. *J. Shellfish Res.*, 8: 450-451.
- Sako, H. and Sorimachi, M., 1985. Susceptibility of fish pathogenic viruses, bacteria and fungus to ultraviolet irradiation and the disinfectant effect of U.V.-ozone water sterilizer on the pathogens in water. *Bull. Natl. Res. Inst. Aquacult.*, 8: 51-58.
- Schneider, K.R. and Rodrick, G.E., 1991. Determination of ozone produced oxidants artificial seawater. In: *Proceedings of Fifteenth Annual Conference: Tropical and Subtropical Fisheries Technological Conference of the Americas*. pp. 188-192. Rep. Fla. Sea grant program, Fl., USA.
- Shaw, W.N., 1981. The role nurseries play in the culture of molluscs in Japan. In: *Proceedings of the International Workshop on Nursery Culturing of Bivalve Molluscs*, pp. 269-281. Spec. Publ. Eur. Maricult. Soc., vol. 7, Ghent, Belgium.
- Shpigel, M. and Neori, A., 1996. The integrated culture of seaweed, abalone, fish and clams in modular intensive land-based

- systems: I. Proportions of size and projected revenues. *Aqua. Eng.*, 15: 313-326.
- Siewicki, T.C., 1988. Overview of NMFS shellfish depuration research. *J. Shellfish Res.*, 7(1): 133. (abstract)
- Song, Z.R., Ji, R.X., Yan, S.F., Chen, C.S., Zhong, Y.P., Jiang, Y.H. and Ni, Z.M., 2000. A sphereovirus resulted in mass mortality of *Haliotis diversicolor aquatilis*. *J. Fish.*, 24: 463-466.
- Sorgeloos, P., 1994. Bioengineering of hatcheries for marine fish and shellfish. In: Abstract of 3rd International Marine Biotechnology Conference: Program, p. 60. Tromsø University, Tromsø, Norway.
- Stott, A.E., Takeuchi, T., Koike, Y. and Imada, O., 2003. Settling and raising postlarval abalone *Haliotis diversicolor supertexta* (Lischke) on microparticulate diets embedded in a layer of alginate. *Aqua. Res.*, 34: 561-567.
- Stott, A.E., Takeuchi, T. and Koike, Y., 2004. Testing various substances that have been bound to plastic plates with agar to induce larval settlement and metamorphosis of abalone *Haliotis discus discus* (Reeve). *Aquaculture*, 231: 547-557.
- Su, H.M., Tseng, K.F., Su, M.S. and Liao, I.C., 2001. Effect of ozone treatment on eggs and larvae of grouper *Epinephelus coioides*. 6th Asian Fisheries Forum Book of Abstracts, p.232. Asian Fisheries Society, Quezon City, Philippines.

- Tan, Y.H., Yang, F. and Lei, Y.Z., 2003. Effects of ammonia-N, nitrate-N and effluents from abalone culture on growth of *Haliotis discus hannai* Ino. J. Dalian Fish. Univ/Dalian Shuichan Xueyuan Xuebao, 18: 204-209.
- Wang, J.Y., Chen, B.H., Feng, J., Yu, M.Y. and Wu, X.H., 2000. Primary observation on spherical virus in diversicolor abalone (*Haliotis diversicolor*) with crack shell disease. Trop. Oceanol., 19: 82-85.
- Ye, L., Yu, K.K., Wang, R.C., Lin, L.Y., Zou, F.G., Liang, Y.G. and Chen, G., 1997. The study on the pathogenic bacteria of the fester disease of cultured juvenile discus abalone. J. Fish. Sci., 4: 43-48.
- Zhang, Z.X., Wang, J., Su, Y.G., Yan, Q.P., Chi, X.C., Zhou, H.M. and Zhou, Y.C., 2001. Pathogeny and histopathology of the epidemic disease in *Haliotis diversicolor supertexta*. J. Xiamen Uni. (Natural Science), 40: 949-953.
- Zhu, S., Saucier, B., Durfey, J. and Chen, S., 2002. Evaluation of UV disinfection performance in recirculating systems. In: Proceedings of the 3rd International Conference on Recirculating Aquaculture. p. 9. U.S. Department of Agriculture, Virginia Cooperative Extension Program Virginia Polytechnic Institute and State University Blacksburg, VA, USA.
- 周一中、丁雲源，1987。九孔苗致死溶氧量試驗。臺灣省水產試

驗所試驗報告，43：193-197。

林天生，1984。九孔人工繁養殖研究。台灣省水產試驗所試驗報告，36：129-133。

林天生，1986。九孔附苗期施肥實驗。臺灣省水產試驗所試驗報告，41：23-28。

張本恆，2003。台灣東北角地區養殖九孔大量死亡原因之探討。

In：丁雲源、楊鴻禧（編輯），九孔種苗生產及病害防治，頁43-45。行政院農委會水產試驗所，基隆市，中華民國。

陳盈村，1999。養殖臺灣鮑魚弧菌症研究。國立臺灣海洋大學碩士論文。基隆市，中華民國。

黃之暘，2005。臺灣鮑弧菌症研究。國立臺灣海洋大學博士論文。基隆市，中華民國。

黃貴民，1998。鮑魚養殖。頁1-136。行政院農業委員會，臺北市，中華民國。

楊鴻禧、丁雲源，1986。九孔繁殖與養殖試驗。臺灣省水產試驗所試驗報告，40：195-201。

蔡英亞，1996。世界大型的鮑。養殖世界，10：46-50。

表 1 世界主要養殖鮑 (*Haliotis* spp.) 種類、中文名、分布與最大殼長

學名 Scientific name	中文名 Chinese name	產地 / 產區 Production area	最大殼長 Max. Shell length (cm)
<i>Haliotis asinine</i> Linnaeus	耳鮑、驢耳鮑	中國、日本、馬來	12
	熱帶鮑	西亞、菲律賓	
<i>H. assimilis</i>	螺紋鮑	美國、墨西哥	15
<i>H. australis</i>	澳洲鮑	斯里蘭卡	12.5
<i>H. corrugata</i>	桃紅鮑	美國、墨西哥	28
<i>H. cracherodii</i>	黑鮑	美國、墨西哥	20
<i>H. discus</i>	盤鮑	日本、南韓	20
<i>H. discus discus</i> Ino	黑盤鮑	日本、南韓、中國	14
<i>H. discus hannai</i> Ino	皺紋盤鮑	日本、南韓、中國	14
<i>H. diversicolor supertexta</i> Lischke	平紋臺灣鮑	台灣、中國、日本	10
<i>H. diversicolor diversicolor</i> Reeve	粗紋臺灣鮑	台灣、中國	10
<i>H. fulgens</i>	綠鮑、藍鮑	美國、墨西哥	25
<i>H. gigantea</i>	大鮑	日本、南韓	25
<i>H. iris</i>	虹鮑	斯里蘭卡	17
<i>H. kamtschatkana</i>	勘察加鮑	北美沿岸、加拿大	16
<i>H. laevigate</i>	光滑鮑	澳洲	14
<i>H. midae</i>	間鮑、南非鮑	南非	12
<i>H. ovina</i> Gmelin	羊鮑	中國、日本、菲律賓、馬來西亞	9
<i>H. planate</i> Sowerby	平鮑	中國、南韓	13
<i>H. roei</i>	羅氏鮑	澳洲	8
<i>H. ruber</i>	黑唇鮑、條紋鮑	澳洲	20
<i>H. rufescens</i>	紅鮑	美國、墨西哥	28
<i>H. semistriata</i>	半紋鮑	中國、菲律賓	6
<i>H. sieboldii</i>	眉鮑	日本、南韓	17
<i>H. sorenseni</i>	白鮑	美國、墨西哥	25
<i>H. tuberculata</i>	疣鮑	英吉利海峽以南、澳洲沿岸、法國	12
<i>H. virginea</i>	弗及利亞鮑	斯里蘭卡	7
<i>H. wallallensis</i>	扁鮑	美國、加拿大	18



圖 1. 臺灣東北角一帶以潮間帶環境直接修堤建造之臺灣鮑養殖場，其旁則為隨後發展之陸地平面養殖環境與蓄養池。



圖 2. 2002 於臺灣東北角一帶潮間帶養殖環境爆發之臺灣鮑病毒感染症；罹病個體出現足部肌肉黑變與僵硬，並在 1-3 天內大量死亡，造成產業嚴重損失。



圖 3. 罹患肌肉萎縮症之臺灣鮑。可見足部肌肉、套膜、肝胰臟與相關軟組織部份有明顯萎縮現象。



圖 4. 培養自投餵臺灣鮑未經充分清洗之龍鬚菜(*Gracilaria* spp.)。於培養基(TSA, 含 2.5% NaCl)上可見到大量多樣性之菌落，其中以具滑走(swarming)特性之溶藻弧菌(*Vibrio alginolyticus*)與鮫弧菌(*V. carchariae*)呈優勢。

