

北美加利福尼亞水域鮑魚養殖

葉信平

國立屏東科技大學水產養殖系

鮑魚為軟體動物中一種海螺，其屬名 *Haliotis*，棲息在北美西岸從阿拉斯加 (Alaska) 州到下加利福尼亞 (Baja California，以下稱下加州) 有岩礁的潮間帶及亞潮區至少有百萬年之久。自從有人類開始在此處定居以來，此軟體動物對在太平洋沿岸居民在生活及經濟上佔有舉足輕重的地位。北美土著很重視鮑魚，不僅用作食物來源，並利用鮑魚殼作器具、貿易及裝飾，日後不斷遷移入太平洋沿岸的人類都知道鮑魚的價值。

人類對北美產 8 種鮑魚 (表 1 及圖一) 的商業性捕撈始於 19 世紀中，到了 20 世紀中鮑魚族群量因沿岸人口的成長及漁撈技術的改進而遭受到強大的漁撈壓力。商業性捕撈 1957 年生產 2,500 噸為史上高

峰，在 1957 ~ 1969 年間每年捕撈降至約 2,000 噸，此後商業性捕撈量持續下降。1992、1993 及 1994 年的捕撈量約 260、240 及 140 噸，捕撈的種類大部份為紅鮑、桃紅鮑及綠鮑，不過所有加州鮑魚資源量已面臨嚴重不足，加州產各種鮑魚的商業性及娛樂性捕撈皆有特定殼長限制，每次捕撈都有限量。

由於受到一種會侵襲鮑魚腹足的疾病即萎縮症候群

(Withering syndrome) 之影響，黑鮑漁業在 1993 年停止，該疾病導致千若群島 (Channel Islands) 的鮑魚族群量降至 1986 年 10% 的水準。加州鮑魚量的減少和全世界鮑魚族群量的減少情形是一致的，過漁的衝擊使得全世界如日本、墨西哥、澳大利亞、南非及韓國鮑漁業低迷，並導致鮑魚肉在國際市場價格居高不下，世界各地鮑魚的水產養殖業即隨之興起，不僅可提供

表一、北美加利福尼亞^a水域鮑魚 (*Haliotis* 屬) 種類

中文名	英文名	學名
紅鮑	Red abalone	<i>H. rufescens</i>
桃紅鮑	Pink abalone	<i>H. corrugata</i>
綠鮑	Green abalone	<i>H. fulgens</i>
黑鮑	Black abalone	<i>H. cracherodii</i>
白鮑	White abalone	<i>H. sorenseni</i>
螺旋鮑	Threaded abalone	<i>H. assimilis</i> [*]
堪察加鮑	Pinto abalone	<i>H. kamtschaticana</i>
扁鮑	Flat abalone	<i>H. walailensis</i>

a：包括加州及下加州。

*：有學者認為是堪察加鮑的亞種，加州水域有發現一些雜交種。

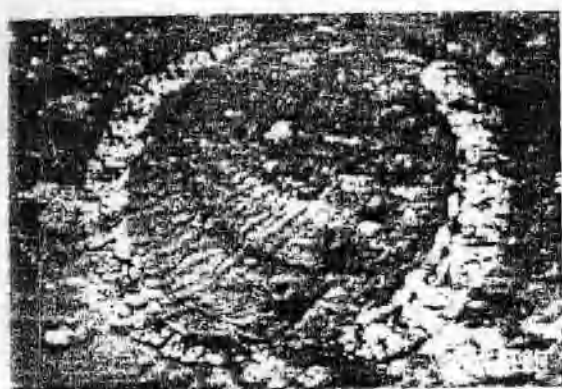
圖一、美國加州水域鮑魚圖示



紅鮑



綠鮑



黑鮑



白鮑



黑鮑



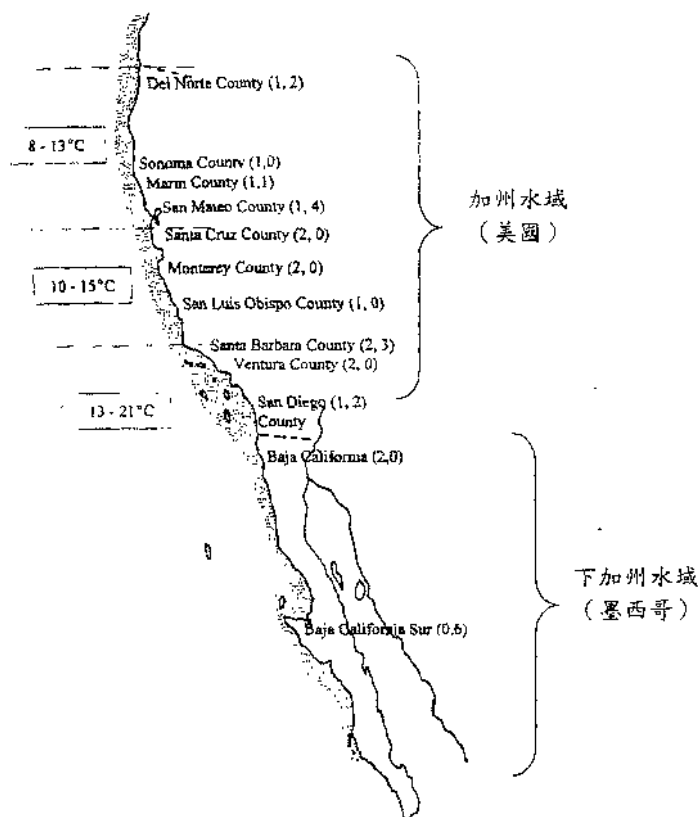
白鮑



扇鮑



勒察加鮑



圖二、北美加利福尼亞水域鮑魚設施與非聖嬰年之區域海水溫；其中加州水域括弧內數字代表養殖公司與研發機構數，而下加州水域則為養殖場與繁殖場數

國際鮑魚市場需求，也可用作放流以減輕因漁業所造成的傷害。

鮑魚的水產養殖

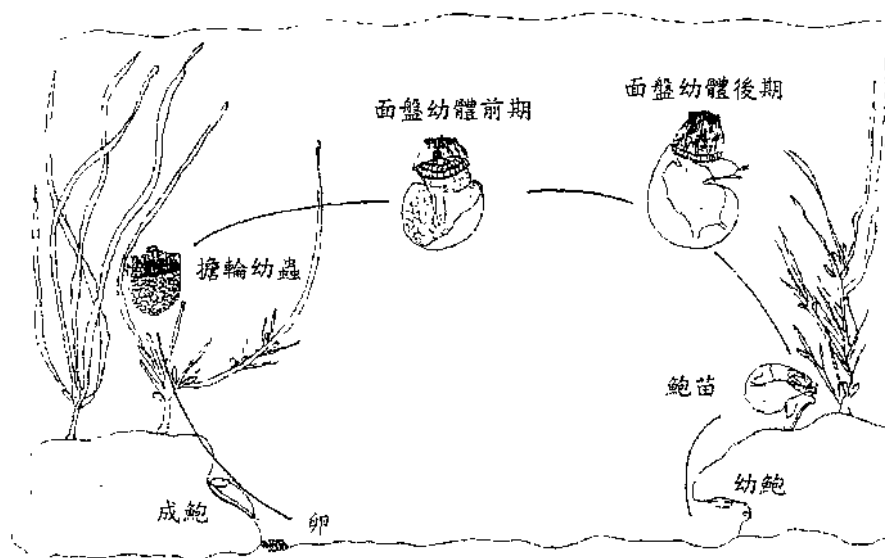
美國加州的鮑魚水產養殖

最早於1940年由位在Pacific Grove的史丹福霍普金斯海洋研究站(Stanford Hopkins Marine Station)首先嘗試進行，最早的工作重點在紅鮑的種鮑及苗鮑的培育方面。

1964年加州商業性鮑魚養殖

開始在摩洛海灣(Morro Bay)進行研發工作，經過20年不斷的商业研發努力，以及加州漁獵局和加州州立大學的人員加入研究，至1980年代初才將研發成果轉移民間，始有兩家商業性鮑魚養殖場，截至目前已有超過20家鮑魚繁殖公司，其中加州水域有13家而下加州有8家(圖一)。海洋環境方面非聖嬰年時的北美加利福尼亞水域水溫在加州水域為8~15°C，而下加州為13~21°C(圖二)，聖嬰年則海水溫度異常。

鮑魚養成業者養殖幾乎所有種類的加州鮑魚，不過還就於鮑魚的價值及對養殖環境的適應，有14場選擇以紅鮑(*Haliotis rufescens*)、4場以綠鮑(*H. fulgens*)及3場以桃紅鮑(*H. corrugata*)為主要養殖種類。亦即紅鮑是加州鮑魚場所熱衷種類，桃紅鮑及綠鮑因能適應較高水溫而為下加州業者所喜愛，另在下加州業者則正進行試養黑鮑



圖三、鮑魚自然生活史

(*H. cracherodii*) 及白鮑 (*H. sorenseni*)。1996 年紅鮑產量共計 132.916 公斤，其中 9,900 公斤產自下加州水域。

鮑魚繁殖

卵及稚貝期

以雌雄成鮑為種鮑，使用照射過紫外線的海水或以過氧化氫溶液刺激其排卵排精，這兩種方式皆會使雌鮑排放未授精卵 (Ova) 及雄鮑排放精子。20 公分的雌鮑可產 11 百

萬粒卵，其中僅 6~8 百萬會因授精而成授精卵。授精卵徑為 200 μ l (1.0l = 1 微毫米 = 0.01mm)，未授精卵在海水中與精子混合後，授精卵於 2 小時內開始進行細胞分裂。

在繁殖階段，授精卵孵化後歷經擔輪幼蟲 (trochophore) 和面盤幼體 (veliger) 兩階段後成為自泳稚貝期，此時稚貝需養在設有防脫網的流水系統中，圖三即是鮑魚在自然海域內的生活史。為能保護稚貝，繁殖場皆

使用過濾及紫外線處理過的海水蓄養。在授精卵到稚貝期仍靠卵黃蓄積提供所需營養，其他營養則依賴溶解在海水中的有機物質。授精卵及稚貝需在 15°C 海水中蓄養，其成長發育全賴水溫而定，暖水雖會增進稚貝發育，但也會使養殖系統增加罹患疾病的危機。

水溫 15°C 時，經過 16~20 小時後授精卵孵化並排放具纖毛會自泳的擔輪幼蟲，另在 26~30 小時內擔輪幼蟲會分泌一保護性的稚貝殼而轉變

為面盤幼體。此時之稚貝的特徵為有：可收縮的緣膜和滿佈纖毛的器官用以移動及呼吸。繼續發育下去，外殼逐漸成頂錐狀，並進行典型的腹足動物的緊縮期，腹足自此而生，並可見到眼點發育及觸手出現。繁殖業者通常皆以此過程觀察稚貝的發育及健康情形，當面盤幼體開始嘗試使用腹足著底固定時，業者知道稚貝已準備離開水體進入其生活史中的爬行期。一旦固定下來，面盤幼體會擺動纖毛，外罩以稚貝殼及長出腹足。

幼鮑期

著底後的最初兩個月是養殖系統中幼鮑殘存的關鍵時刻，幼鮑皆飼養在流水式的水槽內，環境條件中的水溫、水質和餌料的控制是很重要的。大致上，水溫視種類而定，一般都維持在 15 ~ 18℃，最初養殖場地點的選擇中水質是很重要的，必須要選靠近有海水交換處，海水鹽度在 30 ~ 35ppt，而且沒有受到污染，

此期使用的海水必須過濾及以紫外線殺菌處理，並要監控水溫、酸鹼度、溶氧及氨。

天然食餌

中間育成或斷奶期

當幼鮑達 4 ~ 6 個月年齡、殼長為 6.4 ~ 13.0mm 時稱為苗鮑 (Seed abalone)，此時將苗鮑從孵化場遷移至中間育成養殖系統 (通常包括水槽期內有浮性的塑膠籃，籃中有玻璃纖維或 PVC 結構物以讓苗鮑爬行)。此養殖期有時稱為斷奶期 (weaning)，因鮑魚的食性從早期餌食改為褐藻屬之大型海帶 (*Macrocystis pyrifera*) 或其他褐海帶 (*Nereocystus luekeana* 或 *Egregia menziesii*)。海帶是加州鮑魚的天然食物，苗鮑的

嘴已發育出可以嗜食海帶較厚及粗糙的葉部。苗鮑是以高密度蓄養，海帶則塞入鮑魚籃內結構物的四周，讓鮑魚很輕易地去攝食新餌食，自此鮑魚皆以海帶為餌食。苗鮑在此系統中蓄養 2 ~ 6 個月，殼長達 15.0 ~ 25.0mm 時，即可將苗鮑售予其他公司或遷移至同公司的養成系統裡。

鮑魚養成 / 生產

生產系統

加州鮑魚的養成系統自早期的加州及其他國家鮑魚養成業者設計後已歷經幾次的演變，包括有近岸沉水網狀之水泥管溝渠、55 加侖的塑膠圓桶、海面箱網養殖等，目前北美加州水域鮑魚養成業者有 8 場 (10.5 公頃) 使用海面箱網

表二、北美加利福尼亞水域鮑魚場的養殖面積與產能

養殖方式	養殖場數		總面積 (公頃)	產能 (公斤)
	0.41 ~ 1.61 公頃	> 4.0 公頃		
近岸箱網	6	2	10.5	28,976
陸上水槽	11	2	17.0	103,940
合計	17	4	27.5	132,916

養殖及13場（17公頃）採陸上基地流水式水槽養殖，總面積共計有27.5公頃（表二）。

箱網養殖系統

本系統起自早期塑膠桶養殖方法，長方形箱網已被證實為最有效率、較易處理及比塑膠桶有較好的活存率，箱網系統在加州及下加州（墨西哥）有許多業者使用。多數的鮑養成者自行製作箱網，但現在也能購得商業性製造（SeaCage™）的箱網。箱網的材質通常為PVC框外罩高強度的塑膠網，另在其內置塑膠板或纖維板以增加表面積供鮑魚爬行，海面箱網可以延繩垂吊方式或結附在浮台以利作業，其他需考量的經濟因素有工作船成本、馬達、燃料、作業時間，吊起箱網餵食和採收的捲繩機及其維護。

陸上基地流水式水槽系統

本系統通常包括容量1~2千加侖的強化水泥或玻璃纖

表三、北美加利福尼亞水域海帶總產量^a與聖嬰現象

年代	總產量（公噸）	海況
1983	4,792	強聖嬰年
1990	137,672	聖女年
1991	115,913	聖女年
1992	82,951	弱聖嬰年
1993	84,491	弱聖嬰年
1994	73,642	弱聖嬰年
1996	58,992（6,214*）	聖嬰年開始

a：包括工業用途與鮑魚養殖用之採收量。

*：鮑魚養殖用採收量。

聖嬰年：一段異常海水高溫現象。

聖女年：一段異常海水低溫現象。

維水槽，內為流水式海水及打氣，另有備用的抽水幫浦及鼓風機以提供鮑魚所需含氧海水，陸上基地系統主要的成本之一即是抽取海水及打氣系統的能源開銷。

鮑魚在箱網及流水式水槽系統中，一般需要養3~4年才能達上市體型（殼長7.6~8.9 cm），這是鮑魚養殖中最耗資本及時間的部份，另固定成本還有人力及餌料的支出。

海帶來源

供鮑魚中間育成及養成的海帶皆採收自加州外海之海藻床，進行該項採收的業者需經由加州漁獵局核可發照。鮑漁

業者可以用自己的工作船採收或向有執照合法海帶採收業者購買，採收方式可分為收割或是以大型推土機採收。海帶的用途從細菌用的培養基到作為製作冰淇淋的穩定劑。加州外海藻床之採收是開放性的，只要有加州漁獵局核發的執照即能採收海帶，目前加州共核發12張執照給業者。也有一些鮑魚業者向加州政府承租特定水域的海藻床進行排他性採收，海帶的採收受到加州漁獵局嚴格的監控管理。為了資源的永續利用，不論是自行性或商業性採收，業者僅能採收水深4英尺以淺水域的海帶，鮑養成業者也收集乾燥海帶並儲

存起來以為將來海況不利採收新鮮海帶時備用。

海帶的總採收量會受到海況的影響（表三），如嚴厲的冬季暴風下無法出海採收，以及通常聖嬰年（El Niño），而聖女年（La Niña）量較佳，但這並不會影響到鮑魚養成場的需求。按加州漁獵局僅有的紀錄顯示，於1996年鮑魚用海帶的採收量為6,214噸，佔總產量的10.53%。

人工飼料

陸上流水式養鮑場皆有自行調配或商業性生產的人工配合飼料。

鮑魚生產及市場

生產

美國加州鮑魚之產量1992年為70噸、值3.2百萬美金，1996年為130噸、值2.2百萬美金，1996年鮑魚產量較1995年增加15.2%，但價格減少有20.7%之多。

市場

鮑魚產品被視為上級商品，由於其在國際市場的高價，使得養成業者願意作此種昂貴且長期性生產投資。一般鮑魚的生產不足市場所需，例如1993年日本鮑魚產量為2,000噸，而國內市場需求是4,000噸。故日本從大陸、韓國、澳洲、北美進口鮑魚，多數加州水域鮑魚業者都有一銷售市場夥伴進行產品開發。鮑魚在美國國內及國際市場皆以活體為主，養成業者普遍認為活體鮑魚的運送最耗成本。1994年60%的鮑魚以活體售出、30%以去殼肉販售、10%以其他方式如苗鮑售出，主要的國際市場有日本、臺灣和香港，美國國內市場則有白桌布餐廳、海鮮市場、壽司店、及本土各旅遊地的餐館。

現有問題

年前有業者因引進南非間鮑（*H. midae*）隻苗鮑時也將寄生在間鮑之穿孔纓蟲（sabellid）境外移入加州養

鮑場，隨後即造成巨大災變。

纓蟲對鮑魚成長的影響主要有減少鮑肉量、鮑殼變形、體弱、殼穿孔等，感染後的鮑魚加工處理困難並造成價格劇跌、引起大眾的負面印象、苗鮑的販售受限、人工放流被禁、降低工業生產量。其他有長期以來爭議的大型海帶開採權及海岸灘的開發利用，另有如天然災害（風暴及聖嬰年）、在亞洲市場的國際競爭、及鮑魚產量的低成長，其他則有海洋哺乳類、海水系統的維護、特殊技術的缺乏、有經驗工作人力的不足以及能源成本等問題。

如何進行苗鮑檢疫、培育大量的苗鮑及人工放流，是加州漁獵局、加州水域的鮑魚業者及學術研究機構目前最重的課題。

歡迎訂閱

養魚世界

請用郵政劃撥

帳號：0101032-0

戶名：鄭煥生