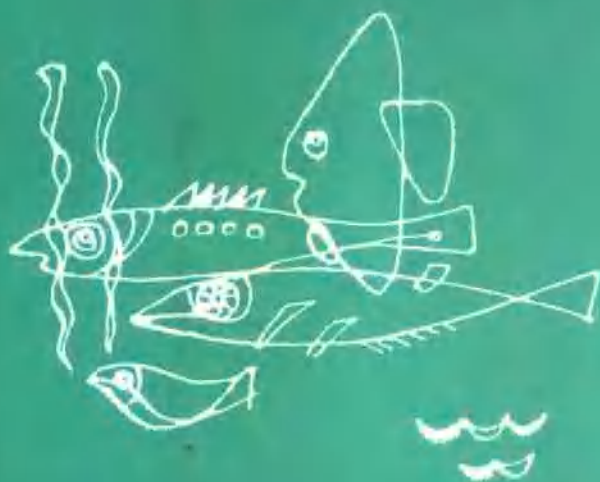


海水魚類增養殖學

葛國昌 編



本書經青島海洋大學出版社授權出版

水產出版社

海水魚類增養殖學

葛國昌 編

水產出版社

在水與生產間我們思維

• • • • •

國立中央圖書館出版品預行編目資料

海水魚類增養殖學 / 葛國昌著 —— 初版 —— 基隆市：水產出版；臺北縣新店市；農學社總經銷，1993[民82]
面；公分
參考書目：面
ISBN 957-8596-08-1 (平裝)

1. 魚 — 養殖

437.867

82007610

版權所有 翻印必究

海水魚增養殖學

編者：葛國昌

出版者：水產出版社

社長：賴春福

發行人：楊益林

登記證：局版台業字第4877號

地址：台灣206基隆市七堵區崇智街46號

電話：886-2-4566505

傳真：886-2-4565815

劃權帳號：14756022水產出版社

總經銷：農學有限公司

地址：台北縣新店市寶橋路235巷6弄6號2樓

印製：好友印刷廠

ISBN：957-8596-08-1 定價：380元

1993年11月25日 初版一刷

序

我國海域遼闊、海岸線漫長、河口衆多。適於魚類生長，繁殖和增養殖。而大、小黃魚、帶魚、真鯛、等多種經濟魚類都著稱於世。

魚類味道鮮美，營養豐富，含有大量易於消化吸收的蛋白質和多種不飽和脂肪酸，對人體健康有重要作用。據統計，吃魚多的民族，心血管疾病患者顯著減少。隨着人類生活水準的不斷提高，海洋漁業資源量和漁獲量却因種種原因減少，已滿足不了人類對魚類蛋白質的需求。爲此從70年代以來，世界各地紛紛開發海水魚類養殖。挪威、智利等以往沒有養殖魚業的國家，現在都成了養殖鮭的主要出口國。亞太地區的各國也取得很大的進展，真鯛、石斑魚、虱目魚等幾十種海水魚類的人工育苗已獲成功，大面積的海水網箱養魚，池塘養魚和工廠化養魚已成爲該地區的主要生產支柱之一，海水魚類增養殖業蓬勃發展，方興未艾。

海水魚類增養殖學是門新興的應用學科，內容涉及：魚類學的各分支學科，胚胎學、遺傳與育種學、營養學、餌料生物學、環境生理生態學等，和生物工程也有密切地聯繫。過去人們常把海水養魚看成是一般地養殖技術，側重於工藝方面的經驗積累，未能提高到理論上來認識，筆者認爲，這門綜合性很強，技術要求高的學科，今後尤應大力開展魚類增養殖和高科技相結合的理論和應用方面的研究。做爲學科本身的確也有個發展過程，長期以來海水魚類養殖多半爲粗放或半精養，魚類生長緩慢，單位面積產量低，育苗或活率不高，隨着生物科學的發展，國際上已有多種技術應用於海水魚類增養殖。例如：多倍體、性控制、選育、控制繁殖期、高效飼料、促生長、活餌料營養強化等等，近期尚處於試驗階段的基因移

殖。生長激素促生長，卵融合等生物工程技術在海水魚增養殖的應用中也顯示出廣濶的前景。

本書僅提供我國海水養魚的一些基礎資料，還有許多工作有待同行們共同努力去做。在編寫過程中得到許多同行朋友們的幫助，其中有我的老師沈漢祥先生、台灣的廖一久先生、筆者在此深表謝意。書中不足之處望讀者提出寶貴意見，批評指正。

作者

目 錄

序.....	I
第一章 總 論.....	1
1-1 海水魚類增養殖.....	1
1-2 國外海水養魚概況.....	3
1-3 我國海水養魚概況.....	10
第二章 海水魚類養殖水環境.....	17
2-1 海水和人工海水.....	17
2-2 魚類養殖用水的處理.....	26
第三章 海水魚類養殖方式.....	55
3-1 網箱養魚.....	55
3-2 工廠化養魚.....	71
3-3 港養和池養.....	77
第四章 海水魚的人工繁殖與育種.....	95
4-1 海水魚類人工繁殖研究簡史和現狀.....	95
4-2 海水魚類的性腺發育與成熟.....	98
4-3 海水魚人工繁殖.....	106
4-4 育種新技術的應用.....	128
第五章 仔稚魚的培育.....	131
5-1 仔、稚魚的發育.....	131
5-2 仔、稚魚人工培育.....	144
第六章 成魚養殖.....	151
6-1 魚類生長與成魚養殖.....	151
6-2 成魚養殖技術措施.....	160
6-3 成魚養殖應注意的其他問題.....	170
6-4 成魚養殖的經濟核算.....	170

第七章	餌料與施肥	172
7-1	餌料	172
7-2	施肥	205
第八章	魚類資源增殖的途徑	209
8-1	過魚工程	209
8-2	人工魚礁	221
8-3	人工放流	224
8-4	繁殖保護	229
第九章	養殖各論	231
9-1	虱目魚	231
9-2	虹鱖	243
9-3	銀魮	250
9-4	梭魚	252
9-5	鱸魚	260
9-6	海馬	273
9-7	真鯛	277
9-8	黑鯛	296
9-9	石斑魚	300
9-10	彈塗魚	307
9-11	羅非魚	309
9-12	牙鱈	322
9-13	東方魷	327
9-14	其它	330

第一章 總 論

1-1 海水魚類增養殖

1-1.1 海水魚類增養殖的含意與內容

海水魚類養殖是指在海水或半鹹水水體內、對野生或馴化的魚類進行養殖，包括魚的蕃養、繁殖、育苗和養成等方面。從養殖目的來看，又可分為觀賞性、科學研究性和食用魚生產性養殖等。

海水魚類養殖和淡水魚類養殖是魚類養殖的兩個不同分支。兩者所用的水體不同，一個為海水或半鹹水，另一個為淡水。但在養殖技術和養殖品種等許多方面又是互相滲透的。例如：梭魚既可養於半鹹水和海水，也可養於淡水。養於半鹹水和海水中時，屬於海水魚類養殖的範疇，而養於淡水時則屬於淡水魚類養殖。

海水魚類增殖是指用人工方法改善和促進海水魚類繁殖和育苗的條件，使之達到穩定和恢復其種群資源的目的。海水魚類增殖與海水魚類養殖的關係極為密切，但兩者的目的各不相同：海水魚類養殖着重在於較小範圍內把魚養到商品規格，以供應國內外市場；而海水魚類增殖則著重於在大面積的海洋中魚類資源的補充和繁殖保護。在某些具體的技術方面，如繁殖、育苗等，增殖和養殖是不能截然分開的。

1-1.2 其他有關魚類養殖的名詞

1. 水產養殖——這一名詞與農業的關係密切，農業的英文為Agriculture，而水產養殖為Aquaculture兩字的詞根都是culture，其意為栽培，而Agri-的詞意為農業，Aqua-的詞意為水生的。水產養殖是指以水生動植物為養殖對象，包括魚類、貝類、蝦蟹類、藻類和其他水生生物的養殖事業。

2. 海水養殖——英文為Mariculture，是相對於淡水養殖而言的名詞，是指在海水或半鹹水水體中養殖魚類、貝類、蝦蟹類和藻類。

3. 半鹹水養殖——在河口半鹹水的水體中，以魚類和蝦類為主要對象的養殖事業。

4. 港養——指的是在我國北方沿海河口的港汊中圍海成池，或利用舊鹽田進行粗放或半集約(精養)方式的養殖，養殖對象主要為虱目魚、鱸、梭和對蝦等。

5. 網箱養魚——用鐵絲或尼龍網製成的網箱，放於淡水或海水中養殖魚類，是目前較先進的一種養殖方式。海水網箱養殖的主要對象有：鮭鱒類、鯛、石斑魚、鱒、尖吻鱷等。

6. 栽培漁業——近幾年來，國外對水產養殖事業特別重視，提出要像農業栽培莊稼、果樹一樣地經營水產養殖業，要能夠人工控制栽培對象的整個生命過程，並能改造其棲息的生態環境，以達到繁殖種族和供應市場的目的。內容包括有沿岸增養殖、海洋放牧系統和環境改造等方面。人工控制自然的程度較一般養殖更為深入。這一名詞還意味著水產增養殖在目前所佔的位置有逐步提高的趨勢。

7. 海洋牧場——為近年來提出的設想，把海洋看成和陸地上的草原牧場一樣，在海裡放魚群。與其相應的養殖方法為放牧式養殖。

8. 多元化綜合養殖——近年為了保護生態平衡，合理利用自然資源，提倡用多元化綜合養殖來代替單一品種的養殖方式。以大農業為基礎，既包括魚蝦、貝，又包括畜牧、果樹、林木等的綜合統一安排。如印度尼西亞的紅樹林區，就進行紅樹林與魚、蝦、貝綜合開發，我國淡水養魚的桑基魚塘也屬於這一類型。這一養殖方式提倡綜合利用，保持生態環境的良性循環。

1-2 國外海水養魚概況

目前，世界上海水養殖魚類近百餘種，總產量約50萬噸，佔海洋總漁獲量不到百分之一。由於近代捕撈技術的不斷提高，現代化的漁輪奔馳在世界各個大洋裡，魚探機、海底電視的發明，使漁民直接掌握了水下魚群的一切活動情況。而衛星遙感等技術的應用，更使得人們在瞬息之間就可知道幾萬平方海裡內魚群的動態。由於高強度和無計劃的破壞性捕撈，許多經濟魚類的資源正在衰退，不少海區的漁業生產量已達到飽和程度。目前，海洋捕撈已滿足不了人類對於水產品日益增長的需要。20世紀前半期，平均漁業增長率為6.6%，1961—1973年卻下降為3.5%。200海里專屬區的提出，限制了在別國海區裡進行大量捕撈的可能性。開發非傳統性漁業、深海魚類採捕等，要使現有漁獲量提高50%，就需增加3倍投資，而且所捕的魚多不適用於食用。因此，世界各國對海水魚類增養殖事業越來越重視，許多原來沒有水產養殖業的國家，如挪威、加拿大、智利現已成為水產品出口的國家。到2000年，養殖產量將占漁業總產量的1/5左右。

1-2.1 幾種主要魚類養殖概況

1. 鰺屬於鰺科，主要養殖區為日本瀨戶內海沿岸，愛媛縣、三重縣、高知縣、長崎縣、鹿兒島等地。1963年以後大量養殖，1958年時年產僅300t、1961年2620t、1980年19449t，近十幾年鰺產量見表1。鰺以含脂量低的小魚為食物，生長速度很快，養殖二年後就長到60—80cm，重達4.5kg。目前日本正研究以含有豆粉、酵母等組分的人工配合飼料，由於鰺的飼料要求含有70%的蛋白質，實驗迄今尚未完成功。

表 1 日本鯛魚年產量

年份	產 量(t)	年份	產 量(t)
1967	21669	1974	92946
1968	31777	1975	92407
1969	32722	1976	101786
1970	43354	1977	115098
1971	61855	1978	122000
1972	77059	1979	155058
1973	80439	1980	149449

2. 真鯛和其他鯛科魚類，養殖真鯛的國家有日本、朝鮮和中國，以日本為主。1958年真鯛人工孵化成功，1965年後在日本瀨戶內海較大規模地進行孵化和養殖。孵化後的魚苗一部分放流於瀨戶內海。1973—1976年間，大分縣、宮崎縣和廣島縣等6個縣的水產試驗所聯合進行真鯛放流，放流魚類約67萬尾，重捕率約為10%，地理條件優越的海區重捕率可達40~50%。1979年向海裡放流的真鯛幼魚達1159萬尾。在日本主要養殖地區為三重縣、香川縣、熊本縣、長崎縣、愛媛縣。各年產量見下表。

表 2 日本鯛的養殖產量

年度	產量(t)	年度	產量(t)
1970	454	1976	6572
1971	930	1977	8245
1972	1380	1978	11315
1973	2741	1979	12482
1974	3298	1980	14937
1975	4462	1989	38198

真鯛以魚貝肉為食物，生長較為緩慢，但因其市場價格較高，每公斤2000—2500日元（1982），故可確保養殖者收入。除真鯛外，在日本還養黑鯛，放養1—4cm的魚種，15—18個月後就可長到商

品規格。法國在1978年用溫流水養殖鯛（*Sparus aurata*和 *Diplodus sargus*），當年就可長到商品規格。西班牙在1976、1977也進行試養。

3. 鮭鱒魚類海水養殖與放流

鮭鱒魚類的水養殖始於挪威，1964年挪威開始在海水中養殖虹鱒、褐鱒和大西洋鮭。1971年養殖面積為2000多 m^2 ，產量為98噸，1975年產量為1350噸，1976年1500噸，到1990年以大西洋鮭為主，產量80000噸。目前已可在海中培育親魚，達到全人工控制繁殖、育種。日本的銀鮭養殖也發展很快，1980年產量為1955噸，1989年銀鮭總產量為12177噸。加拿大在1970年開始養鮭，以銀鮭和王鮭為主，1987年產量為7750噸。英國也進行鮭養殖，1977年產500噸，1988年產量為21000噸。其他如法國、澳大利亞、蘇聯、南斯拉夫、朝鮮也有養殖。總之，各國養殖鮭的產量均成倍猛增。預計到2000年，生產與消費可能達到平衡。

日本1950年開始鮭放流，1950—1956年間回歸率較低，一般不到1%。以後把幼魚暫養於網箱內一段時間後再放入海中，回歸率提高到2—6%。以岩手縣為例，1960年後溯河鮭數量明顯增多。

表3 岩手縣主要河川1960年後鮭魚溯河情況

河川名	1962年（尾）	1971年（尾）	1980年（尾）
津輕石川	73932	6939	261392
緡立川	13447	9004	61139
大槌川	10374	17526	33247
閉伊川	3092	5807	12783
氣仙川	2850	326	56196
小本川	2406	1705	20535
盛川	667	5942	62366
安家川	645	326	6060
片安川	547	13355	147918

美國1977年在阿拉斯加州巴朗諾夫島的國家海洋漁業增殖站放流229570尾銀鮭苗入海，1978年回歸44741尾成魚。美國80年代初在北太平洋一共放流銀鮭苗5億尾，預計1000萬尾成魚回歸。加拿大近年來很重視鮭放流、增殖，國家投入巨款在哥倫比亞省所有的河道上建立鮭採卵、孵化、育苗等設施，經放流幾年後，已開始有鮭魚回歸，目前，由於放流成功，加拿大鮭的捕撈量相當穩定。

4. 鱒科魚類

1957年美國在佛羅里達州開始養殖卵鱒，到1968年略具規模，在15.2×24.4m的方形水槽和直徑6.1m的圓水槽放養，喂以鮭鱒魚類食用的一般商品飼料，一年內可長到453.6g。

鱒的養殖1970年後在日本發展較快，1972年產量為127噸，1975年942噸，1976年降為762噸，1977年回升為904噸。竹筴魚目前在日本也有養殖，1970年產量為7噸，1980年產量達2272噸

夏威夷在70年代末期用沉式網箱養殖了大鱒和黑臀鱒，並對其經濟效益作了評價。

5. 比目魚類

英國在養比比目魚方面有多年的歷史和較豐富的經驗，主要研究中心為白魚局，該局研究比目魚的規劃為：(1)研究比目魚的增殖；(2)圍海養比比目魚，施肥或投餌以提高產量；(3)溫流水養殖。比目魚育苗的工作在英國開始得很早，1960年在洛衛斯托夫培育海鱈，1962年前仔魚養到變態時的成活率一直低於10%。以後，謝爾本發現幼魚死亡的主要原因為細菌所致。1962年他在培育仔幼魚時使用了抗生素和紫外線消毒技術，幼魚成活率提高到60—80%。白魚局在曼島設立了海鱈孵化場後，1968年生產40萬尾稚魚，到1973年已能從卵培育到商品規格的成魚，並可在漢德斯頓的溫水池中、網箱中和網圍中養成和育肥。放養密度為20kg/m²（池中）87kg/m²（網箱中）。但在阿德托潮間帶大池中養成的效果並不理想，由於放養水面太大，不便於控制而沒有收穫。1972年對海鱈養殖進行經

濟上的評估，以成本太高而放棄此項試驗，以後改養卵鱒和大菱鯪，目前已在歐洲形成規模生產。1966年在漢德斯頓核電站利用餘熱在 $14.4 \times 4.2 \times 1.2\text{m}$ 的水泥池中養殖卵鱒，體長 3.5cm 的魚苗放養11個月後可長到 23.31cm 。在自然條件下需時3—4年才能長成的商品魚，在漢德斯頓只要在2年便可長到同樣大小。1973年白魚局建立了卵鱒孵化場，早期仔魚的成活率為50—90%。1976年用配合飼料喂養稚魚獲得成功。1977年幼魚長到150天時達 9cm 。以後，在技術上又有所改進，現已可變光照期控制產卵季節。

此時，法國、德國、愛爾蘭、西班牙等也試養大菱鯪。日本養殖牙鯪、黃蓋鯪成功，牙鯪產量每年約為100噸左右。1986年挪威試驗馬舌鯪人工育苗成功。1989年美國華盛頓大學批量育出馬舌鯪魚苗。

6. 鱒魚

鱒魚在各國海水養魚中均有多年的養殖歷史和豐富的經驗。目前世界上養殖鱒科魚類的國家和地區計有：中國、日本、印度、越南、印度尼西亞、巴基斯坦、以色列、意大利、夏威夷、蘇聯等，養殖品種近20種，以鱒魚為主，其次有梭魚、大鱗鱒、大頭鱒、尖鼻鱒、金鱒、太特鱒和梭鱒等。主要養殖方式為粗放式。其特點為水面廣闊，鹽度變化大，魚種混雜，一般不投餌或施肥，產量較低。如在池中施肥，或和別的魚類混養可以提高單位面積總產量。近20年來，各國在鱒魚人工繁殖和育苗等方面進行了較多的研究。除我國外，以夏威夷、以色列等工作較有成效。

7. 虱目魚

除台灣外，虱目魚在菲律賓、印度尼西亞等地均有多年的養殖歷史。主要養殖方式為塘養。1983年放養面積和產量如表4。

表4 虱目魚放養面積和產量（1983年）

地 區	放養面積（公頃）	產量（噸）
印度尼西亞	242308	81506
菲 律 賓	196269	16596

以往，虱目魚養殖多依靠自然生長的餌料，單一品種粗放式養殖，產量低。1966年後，菲律賓、印度尼西亞等地學習台灣的經驗，開始在魚塘中施肥。每公頃產量提高到2000—2500kg。肥料以雞糞、菸草渣和稻糠為主。為了解決虱目魚的魚苗來源，菲律賓、印度、夏威夷等地還進行了虱目魚的人工孵化，1978年錢德赫利人工孵化虱目魚成功，目前已可大批育苗。

8. 羅非魚

羅非魚原產於近東和非洲，目前世界各地均有養殖。已知可以養於半鹹水或海水中的品種有：尼羅羅非魚、莫桑比克羅非等。羅非魚以浮游硅藻、植物和人工合成飼料為食物，生長較快。由於其雌魚比雄魚小得很多，因而影響單位面積產量。1976年FAO養殖技術會議上指出，促使羅非魚性逆變是可靠的增產措施之一。目前各國多用激素促使其性逆變，可增產20%。

9. 其他

除了上述品種外，在日本還養殖圓魷、香魚，夏威夷養殖六指馬魷，馬來西亞、新加坡和香港等地養殖石斑魚，法國養殖狼鱸。

1-2.2 國外海水養魚新動向

1. 在先進的工業發達國家，工業技術力量較強，海水魚類養殖以精養、高密度、溫流水養殖為主，網箱養魚和循環流水養魚比較盛行，機械化程度較高。養殖品種為價格較高的肉食性魚類如：鯛、比目魚、鱒、大西洋鮭、銀鮭、王鮭等。這些魚類的養殖成本較高、食物鏈較長，但產值較高。近年來有人認為這些魚類的食物轉

換效率較低，從資源開發和利用的角度來衡量，用大量尚可食用的魚類來飼養這些高價魚類，盡管在價格上是從低價轉變為高價，但在實際上並不能增加魚類資源的總量，而是減少了資源。因而主張對這一類魚應以增殖為主，或開拓新的可代用的低值飼料源。

發展中國家多以草食性和雜食性魚類養殖為主，如鱸魚、虱目魚、羅非魚等。這些魚類的食物鏈較短，養殖所需成本較低，機械化程度也要求不高。雖然是粗放或半精養，單位面積產量較低，但由於這些國家中的勞動力較為低廉，養殖的面積較廣，因而還是有利可圖的。近年來採用施肥、投餌和混養等措施，單位面積產量提高了很多。個別發展中國家這幾年也開發名貴的肉食性魚類養殖，如石斑魚、海鱸和鯛。產品多半出口發達國家以換取外匯。

2. 在養殖品種方面，鱈科魚類由於其生長速度快，養殖周期短，資金周轉快，因而利潤較高，普遍引起人們重視，目前已養殖的品種有鱈、竹筴魚、卵鱈、鱈等。

另一些溯河、降海魚類，如虹鱈、銀鮭、王鮭、大西洋鮭、香魚等，近年來發展成爲海水魚類養殖的對象，而且養殖的地區和規模不斷地擴大。其中，鮭鱈魚類具有生長速度快、餌料系數較低、可以投喂人工合成飼料等優點，很受群眾歡迎，在挪威、加拿大、英國、法國、智利等地廣爲養殖。預計鮭鱈魚類的增養殖將會繼續發展。

3. 在海水魚類養殖中，普遍利用生物技術等方面的新成就，促進了增養殖業的發展：在人工催產方面現已廣泛應用西那荷林，HCG、LRH-A和DOM等藥物，以代替腦下垂體，操作較爲方便；利用性激素促使魚類性逆轉的方法，在羅非魚、石斑魚和鮭鱈魚類中已實驗成功和應用；節調光照周期以控制魚類產卵，生長激素促生長，三倍體不育後代和全雌後代培育，均在生產上發揮作用。

4. 隨著工業和現代科學技術的發展，海水魚類養殖的機械化和電子化程度日益提高：網箱養魚、閉路或循環流水養魚、餘熱利用

、溫流水養魚、各種類型的增氧機、投餌機、太陽能利用、純氧供氧和電子計算機自動控制監測、測試水質的各種儀器的研制成功和應用等，使人工育苗的產量和成魚單位面積產量顯著提高，大大減輕了勞動強度，人工配合飼料的研究和魚類營養的研究，進一步推動了海水養魚的發展。

1-3 我國海水養魚概況

1-3.1 我國古代海水養魚國史

我國的海水魚類養殖有悠久的歷史，勤勞勇敢的中華兒女，幾千年來培育了許多養殖品種，積累了極其豐富的寶貴經驗。在宋朝、明朝已有不少有關鱻梭魚類的形態和習性的描述。宋人所著《商口尋》云“鱻魚頭扁而骨軟，惟喜食泥，色鱻黑故名”。明代馮時可《兩航雜錄》云“鱻魚似鯉，生淺海中，專食泥，身圓口小，骨軟肉細。”明代彭大翼《山堂肆考》云“凡海魚，多以大噬小，唯鱻魚不食其類。”這些描述準確而細緻，迄今仍有參考價值。

明代黃省曾著《魚經》，記載和總結了當時鱻魚養殖的經驗和技術，是世界上最早的一部涉及海水魚類養殖的經典著作。《魚經》云，“鱻魚，松之人於潮泥地鑿池，仲春潮水中捕盈寸者養之，秋而盈尺。背腹皆腴，為池魚之最，是食泥，與百藥無忌。”明代胡世安《異魚閩集》云，“流魚如水中花，喘喘而至，視之幾不辨，乃魚苗也。諺云：正烏二鱻，正月收而放之池，皆為鱻魚，過二月則鱻半之。鱻食魚，蓄魚者呼為魚虎，故多於正月收種，其細似海蝦，如谷苗，植之而大，流正苗時也。”從這二書的描述已可見在400多年前，我國勞動人民已採用人工捕苗的方法在池中養殖鱻魚，而且生長迅速。

台灣也是海水魚類養殖較早的地區。約300多年前，明末鄭成功收復台灣時，就在安平開始養殖虱目魚。所以虱目魚在台灣又名叫