

水產養殖學

上 冊

李龍雄 編著



前程出版社印行

水產養殖學

上 冊

李龍雄 編著

前程出版社印行

本書之姊妹作：

養殖工程學，本書著重於養殖實用技術及估算
並提供一般養殖業者及土木工程人員之參考。

水產養殖學(上册)

定價 180 元

編著者：李 龍 雄

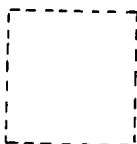
發行者：張 睦 雄

出版者：前 程 出 版 社

地 址：高雄市禮明路 80 號

出版事業登記證：局版台業字第 1121 號

版權所有



翻印必究

總 經 銷：前程書店有限公司

地 址：高雄市建國三路 38 號

郵政劃撥：44893 號

電 話：07-2411874 號

編 輯 大 意

- 一、本書係遵照教育部頒定之水產養殖學最新課程標準編輯而成。
- 二、本書係依據養殖現況並配合未來發展趨勢，參照國內外最新有關資料編輯，適合水產養殖科系教學及養殖有關業者參考之用，并可作為專業考試之參考書。
- 三、本書偏重實用養殖技術，有關水產生物之形態請參閱徐木達先生等所著之「水產生物學上、下冊」，有關養殖場之設計及構築則請參考拙著「養殖工程學」，以節省篇幅。
- 四、本書分上、中、下三冊，上冊係介紹總論及淡水池塘之養殖技術，中冊為研討鹹水魚塭之養殖及魚介類人工繁殖技術，而下冊則敘述淺海、藻類、箱網、水族館及農漁牧綜合經營等之養殖技術。
- 五、本書文字力求簡潔、層次分明，並作有條理之排列，期能獲得融會貫通之效果。
- 六、本書之編輯、排印、校對雖甚留心，但掛漏錯誤之處仍恐難免，又養殖之科學日新月異，取材難免疏漏，敬祈專家學者惠予指正，以便更正。

水產養殖學

上 冊

目 次

第一篇 總 論	1
第一章 前 言	1
第二章 世界水產養殖業之概況	3
第三章 我國水產養殖業之概況	5
第一節 我國水產養殖業發展之沿革	5
第二節 我國水產養殖之地理環境	7
第三節 我國養殖水族之種類與產量	9
第四章 肥料之使用	9
第五章 餌料與給飼	15
第一節 食物之營養	15
第二節 餌料之營養價值	18
第三節 餌料之種類	22
第四節 餌料之調配及給餌法	30
第六章 機械化集約養殖管理	33
第二篇 淡水池塘養殖	39
第一章 淡水魚池之混合養殖	39
第一節 淡水混養水族之生態及特性	39
第二節 池塘混養之管理技術	50

2 目 次

第三節 魚苗照料.....	68
第二章 淡水魚池之單養.....	73
第一節 鰻魚之養殖	73
第二節 金魚之養殖	111
第三節 錦鯉之養殖	130
第四節 吳郭魚之養殖	152
第五節 烏魚之養殖	156
第六節 鱖魚之養殖	159
第七節 鱧魚之養殖	162
第八節 牛蛙之養殖	166
第九節 甲魚之養殖	176
第十節 淡水長腳大蝦之養殖	186
第十一節 泥鰍之養殖	203
第十二節 塘虱魚之養殖	210
第十三節 鮰魚之養殖	214
第十四節 美國河鮰之養殖	217
第十五節 虹鱖之養殖	224
第十六節 鱖魚之養殖	236
第十七節 鱧魚之養殖	248
第十八節 蜆之養殖	256

水產養殖學

第一篇 總 論

第一章 前 言

水產生物爲人們所需蛋白質之重要來源之一，從來即爲人們所喜好之食物，其種類繁多且生活於深廣水域之中，以致人們常稱海洋有無盡之寶藏，而認爲可取之不竭、用之不盡。其實有用水產生物之棲息場所常局限於狹小之範圍內，因之，一旦發生濫捕或生殖障礙等現象之時，其產量即有逐漸減少之趨勢。人們爲謀求其產量之持續不衰，遂有利用天然水面放養有用水族之措施，此乃水產養殖事業之發軔。

水產養殖乃係利用天然水面或人造池塭，放養經濟價值較高之魚類、貝類、甲殼類及藻類等之種苗，施予餌料，驅除病害，使其迅速成長，進而進行人工繁殖之有計劃生產之事業。

水產養殖學則係應用科學之技術與方法來研究有用水產生物之品種改良、繁殖、培育、保護，進而增加產量之科學。

在進行水產養殖之研究時，不僅需研究有用之水產生物，同時對其他有關之生物亦需將其繁殖、生長等之狀態加以詳細觀察，並調查牠們生活上必須具備之條件以及生活上所產生之障害等，釐定具體可行之方法，以促進其繁殖及成長，而達到增產之目的。近年來已開始應用遺傳學之原理及方法，針對肉質、肉味及體型等加以品種改良，

以增進水產生物之營養及利用價值，此乃水產養殖之最終目的。

如將水產養殖之生產與農業之生產加以比較，就同一面積而言，水產養殖係水中立體生產，而農業則屬地表平面生產；又農業生產多係使用較高價之土地，而水產養殖則多利用不宜於農業經營之廉價土地。另一方面，水產養殖所需之餌料、肥料為數不多，甚有如淺海養殖之不需投予餌料或肥料者，而農業生產却非投入大量之肥料不可；又如對於病害之防治，水產養殖亦較易徹底進行。因之，在生產成本水產養殖遠較農業生產低廉，但在利潤上却有數倍乃至數十倍之多。

我國東臨太平洋，海岸線長達一萬一千餘公里，沿海島嶼羅列、港灣曲折、淺灘廣闊，又內陸湖泊星羅棋佈、大小河川不計其數，凡此均為可供作水產養殖之水域，可謂非常遼闊，但因我國傳統為以農立國，以致一直未能加以開發利用，殊屬可惜。

水產生物可供給重要蛋白質，對人們健康甚有裨益，世界各先進國家莫不極力進行漁業生產，吾人從事水產養殖之工作，對吾國各水域之開發利用，各種魚介類之增產及改良，實在負有重大之使命。

第二章 世界水產養殖業之概況

埃及在 Thabaine 之墓石上，被發現在西元前 2000 年左右該古國即有於池中飼養尼羅魚供垂釣之雕刻，而被認為是世界上最古老的養魚池，亦有在西元前 1800 年左右 Maeris 王曾經造池放養 22 種食用魚之傳說。在印度方面亦有在距今 3000 年前即曾養魚之記載。泰國亦稱在開國之初即有鯉魚及其他魚類之稻田養殖。

在歐洲於西元前 106 ~ 143 年之羅馬盛期即已開始築造池塘，並利用天然湖沼放養魚苗及魚卵移植，且在 Fusaro 湖養殖牡蠣。13 世紀中葉義大利即進行溯河鰻魚之養殖，一直延續至今。

奧地利於 11、12 世紀，十字軍東征凱歸時，即曾將我國之鯉魚移植過去，目前該國 Bohemia 地方尚有 500 餘年之大規模養鯉場。及至 18 世紀 70 年代該國陸軍士官 J. Jacobi 觀察鱒魚之產卵情形，並發表鱒魚之人工受精法，為人工孵化技術之發明者。

法國在 15 世紀時，修道士 Don Pinchon 在 Reome 寺院中進行鱒魚之人工受精並將卵置於水槽內孵化，在養殖經營史上大放異彩，惜未正式發表。1826 年 Hibert 及 Pilachon 二人以孵化槽孵化鱒魚。至 1842 年 La Blesse 地方之漁民 T. Re'my 及 g'ehin 兩人曾將孵化之鱒魚放流於河川中。1851 年在 Alsace 州之 Huningue 創設國立養魚場，由法國大學教授 Coste 擔任場長，致力於鮭鱒魚類之增殖，自此以後，人工孵化即廣行於世。1852 年 Coste 教授親赴義大利考察牡蠣養殖法及養鰻情況，返國後建議法國政府設立牡蠣養殖場，而獲准於 1858 年設立該場。其後並沿用義大利之養鰻方法，而興起了法國養魚事業經營之熱潮。

英國方面，Day 氏曾對 J. Jacobi 之人工授精法廣加介紹，而由 J. Shaw 於 1835 年設立了最早之鮭魚人工孵化場。

美國方面，1804 年 J. Bachman 於 Charleston 試行鱒魚之孵化，又 T. garlick 於 1851 年在俄懷俄州將河鱒孵化成功。據稱 Cleveland 氏於 1853 年設計了孵化場。1864 年 Seth green 在紐約附近創設養魚場，進行鱒類中之 Shad 之孵化放流。C. G. Atkins 在 1872 年築造鮭魚孵化場，並於 1877 年在 Gloucester 地方創行鱈魚之人工孵化。近年來對河鯢及蝦類之養殖頗為重視。

蘇俄之 Vrasski 自 1856 年起即做了乾導法之研究，但其研究結果却等到他死後之 1871 年始被發表出來，自此以後，乾導法即在鮭鱒魚類及其他魚類之人工繁殖上廣被應用，而帶動了增殖、養殖之盛風。

至於日本方面，自西元前 31 年起即有造池養魚供皇室貴族觀賞之事，至西元 675 年曾經規定自 4 月 1 日至 9 月 30 日之期間禁止以細網捕撈未成年之魚，及至 1502 年開始自我國移殖金魚至該國堺市。1623 年開始養殖蚌類。1081~1084 年移殖石花菜。1862 年投石增殖海帶。1684~1704 年以竹簍使紫菜孢子附着。1876 年關沢明清由美國留學回國，開始進行鮭魚之人工孵化，其後更有虹鱒、草魚、河鱒等之分別輸入。二次戰後由於鱖魚、泥鰍、蝦類、蟬等之人工繁殖及鰻魚、蝦類、冷水性魚類等之集約性養殖相繼研究成功，使資源穩定，生產量大增，以致日本之水產養殖事業日益興盛，而被認為是當今世界上水產最為發達之國家。近年來針對鰻魚之產卵加以調查及試驗已有初步之成果，對鰻魚苗資源之開發甚有助益。

第二次世界大戰結束以後，聯合國農糧組織（FAO）之設立對東南亞各國養殖技術之交流、養殖資源之開發，已有很顯著的成效。又亞、非、南美等洲之各經濟落後國家，在 FAO 之協助下，均致力於發展水產養殖事業，以增加蛋白質性食糧之生產，而供應人口增多時之需求。

第三章 我國水產養殖業之概況

第一節 我國水產養殖業發展之沿革

我國之養殖經營由來已久，稽之史乘，在西元前一千二百餘年我國即有將天然河川中之魚卵加以保護使其孵化，並進行飼養之記載。西元前 473 年，越國范蠡自號陶朱公，在其所著養魚經中稱：「治生之法有五，水畜第一。水畜，魚也。以六畝地爲池，池中有九洲，求懷子鯉魚長三尺者二十頭，牡鯉魚長三尺者四頭，以二月上庚日內池中，令水無聲，魚必至。至四月內一神守，六月內二神守，八月內三神守，神守者鼈也，內鼈則魚不復飛去，在池中周繞九洲無窮，自謂游江湖也。至來年二月，得魚一尺者一萬五千，三尺者五千，二尺者萬枚，直五千，得錢一百二十五萬。至明年一尺者十萬枚，二尺者五萬枚，三尺者五萬枚，四尺者四萬，留長二尺者二千枚作種，所餘皆貨，得錢五百一十萬。俟至明年，不可勝計。」由上述史料中，可證明當時養殖業之發達與進步。雖其計算與方法不盡合乎科學，然其時對漁業之重視與養殖之趨向合理化，却可藉此推知。

又閩錄云：「仲春取子於江，曰魚苗，蓄於小池，稍長入蘆塘，曰蘆蕪，可尺許，徙之廣池，飼以草，九月可取。」南越筆記稱：「東莞新安有蠔田，與龍穴洲相近，以石燒紅散投之，蠔生其上，取石得蠔，仍燒紅石投海中，每年投兩次謂之種蠔。又以生於水者謂之天蠔，生於火者稱人蠔，成田分界，劃分清楚，決不可亂。生蠔的地方，稱爲蠔田，生蜆的地方，稱爲蜆塘，塘在海中，亦無實土。廣州海中蜆塘長三百里，皆產白蜆，聞雷則生，春初種之，冬月乃取，田在海中，亦稱之爲

蠶塘。閩粵人種之，謂之蠶田，饒平有竹節蠶，浙江瀕海種蠶亦多。數兩節時，象山人用夏布小網向塗邊取子，名蠶秧，小如米粒，大者倍之，將泥淘淨，播散塗內，如播秧穀，是謂蠶田。潮汛漲入，蠶秧鑽入泥中，上有小洞，此蠶即活。塗泥肥者，逾年即可採取，獲利恒加倍。」

由上可知，我國養殖事業自古即深為重視。明末有江浙沿海之海塘鹽墾、鄭成功在臺灣提倡利用海埔地修築魚塢以及近年臺灣西岸海埔新生地之不斷開發等均屬養殖之要政。

臺灣地區之養殖事業近百餘年來均以虱目魚為主要對象，光復以後，由於政府對漁業之重視，進行施用化學肥料、病蟲害之控制試驗，成效甚佳，使產量倍增。加以民國36年吳郭魚之引進及59年之品種改良，52年之草鯪魚人工繁殖成功及鰻魚養殖企業經營試驗成功，57年之蝦類人工繁殖成功及大量養殖，59年烏魚之人工繁殖成功等一連串之盛事，在我國水產養殖史上大放異彩。近年來如淡水長腳大蝦等之引入與完全養殖，以及現今進行之虱目魚人工繁殖，亦將在本省水產養殖史上開創新紀元。由於科學研究技術之進步，新興的養殖事業即將次第出現，因此養殖事業之前途實大有可為。

第二節 我國水產養殖之地理環境

我國沿海崇嶼星布，海岸曲折，海岸線長達一萬一千餘公里，海底平濶，多為沙泥底之沖積層，其水深與底質均適合於漁業生產之條件，又因位於各大江河之出海口，植物與浮游生物滋生繁盛，可供給水產生物豐足之食餌，故沿岸海域，多屬養殖之適地及優良之漁場。

在內陸方面，因我國幅員遼闊，河川湖泊散處全國，河川如長江、黃河等源遠流長，東南各省細流溝瀆，縱橫交錯；而湖沼亦星羅棋佈，

大者如洞庭、鄱陽、太湖等湖方圓有數百方里，至於較小之湖澤到處均有，故淡水生物亦極繁多，均甚適於各種魚介類之增殖。

吾國今後如能充分利用沿岸淺海及陸水，則我國水產養殖事業將有一番新氣象，對國計民生裨益良多。

臺灣地區四面環海，海岸線長達 1600 餘公里，小島 70 餘處，東部、北部岸峻水深，岩礁散處，西部則陸棚坡緩而平坦，浮游生物產量甚多；故東、西兩岸均可依其特性而開拓沿岸及淺海養殖漁業，甚具發展潛力。至於淡水方面，養殖事業之發展已甚普遍，今後應着重於經濟價值較高，而市場廣濶之魚介類養殖。

第三節 我國養殖水族之種類與產量

我國目前所養殖水產生物之概況如下：

一、魚類

有鯉魚、鯽魚、鯢、鯪、鱖、鮫魚、黑鯢、鰻魚、吳郭魚、鱧魚、鱖魚、泥鰍、塘虱魚、鯰魚、鮭魚、鱒魚、鰱魚、金魚、烏魚、虱目魚、鱸魚、星點彈塗、石斑魚、鯛魚類、鰻魚類及熱帶魚、河豚等。

二、甲殼類

有草蝦、沙蝦、斑節蝦、紅蝦、龍蝦、淡水長腳大蝦、蝦蛄及梭子蟹、蜆等。

三、軟體類

有蜆、田螺、牡蠣、文蛤、淺蜊、西施舌、鮑魚、九孔、血蚶、毛蚶、榮螺、竹蛸、貽貝及真珠貝、章魚等。

四、藻類

有綠藻、龍鬚菜、紫菜、石花菜、海帶、海苔等。

五、其 他

有甲魚、牛蛙、鱸魚、海參等。

至於養殖之面積與產量，大陸部份並無資料可查；臺灣地區依據臺灣省農林廳漁業局發行之「民國 67 年中華民國臺灣地區漁業年報」所列民國 67 年養殖魚塭之總面積有 58,244.17 公頃，總產量為 164,391 公噸，總價值為 1,279,642.6 萬元。目前尚有未辦登記之魚塭為數不少，且養殖魚介類甚多未經過魚市場交易，故實際上之養殖面積及產量可能更多。

第四章 肥料之使用

魚介類之養殖，無論是鹹水魚塭或是淡水魚池，除了集約式養殖使用人工餌料供飼外，天然餌料數量有限，不足供池魚成長之需要，故大多依賴施肥以繁殖浮游生物及其他微小生物供池魚攝食，並可兼收安定水質、造成優良環境，以維魚介類健康，促進魚介類生長之效果。茲將養殖所需肥料之種類、使用量及施用方法概述於下：

一、肥料之種類

1 無機肥料

無機肥料又稱化學肥料，簡稱爲化肥，乃係指植物生長所需之礦物元素而言。化學肥料之優點爲美觀衛生、搬運方便，且成分較高，肥效迅速、價廉，爲人們所喜用，其主要要素爲氮、磷、鉀等三種，次要要素則有鈣、鎂、硫、矽等四種。

市面出售之無機肥料有硫酸銨、尿素、過磷酸鈣、氯化鉀等，它們所含三大要素之數量如第一表所列；至於四種次要元素中在市面上可購到者是熟石灰及生石灰，通常所稱石灰係指熟石灰而言，由於生石灰鹼性太強，使用時必須特別謹慎，故魚池需要石灰時以採用熟石灰爲宜；不過如係爲了滅除毒害及消滅雜魚、害蟲等用途時，即非使用生石灰不可，此乃因 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$ ，呈強鹼性，有殺死細菌及害蟲、雜魚之功效。石灰又以使用由蚵殼燒成者爲佳，因蚵灰除含有大量鈣元素之外，尚含有鎂及其他微量元素可供利用。硫元素則可由硫酸銨及硫酸鉀等供給。又爲使植物性浮游生物尤其是矽藻類盡量繁殖，則水中需有 5 PPM 以上之矽元素，如能施加含矽肥料如市售之嘉禾立得（Zeolite，價格較貴，需考慮有否使用之必要）

第一表 市售無機肥料之要素含量

名 稱	分 子 式	要 素 含 量 (%)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
硫 酸 銍	(NH ₄) ₂ SO ₄	21	—	—
尿 素	CO(NH ₂) ₂	46	—	—
硝 酸 銍 鈣	Ca(NH ₄) ₂ (NO ₃) ₂	20	—	—
氰 酸 化 鈣	CaCN ₂	20	—	—
磷 酸 銍	(NH ₄) ₃ PO ₄	16	20	—
過 磷 酸 鈣	CaH ₄ (PO ₄) ₂	—	18	—
氯 化 鉀	KCl	—	—	60
硫 酸 鉀	K ₂ SO ₄	—	—	50

含矽酸成分 SiO₂ 78 % 之類之土壤調節肥料必可增加魚產，此外沙灰石 (CaSiO₃) 及水玻璃 (Na₂SiO₃) 等均為矽之來源。

2 有機肥料

有機肥料種類較多，它們施用於魚池內有(一)、供魚類餌料，(二)、供植物性浮游生物繁殖之肥料等兩種功用，但多有氣味不佳，不衛生，加以價格較高、搬運不便，且有傳播寄生蟲之危險、施用繁雜等缺點，人們較不願使用。市面可購到的有機肥料及其所含三要素之數量如第二表所示。

二、肥料要素之配合

以往魚池所使用之肥料多為氮、磷、鉀之混合肥料，其氮、磷酸、鉀質之比例為 8 : 9 : 2 至 12 : 9 : 2，但是近年來經過專家們研究的結果，認為淡水魚池沒有施放氮肥之必要，這是因為水中有好幾種藍藻如 *Anabaena anabaenopsis* 等屬及菌類、水中酵母等均有強力

之固氮作用，因此施加氮肥反而造成浪費。又臺灣地區魚池含鉀常在 1.5 ppm 以上，對養殖之需要而言尚稱充足，不加鉀肥亦有高度之漁獲。如果每公頃加施 100—200 公斤之氯化鉀或硫酸鉀，更能保持

第二表 有機肥料種類及三要素含量

肥料名稱	三要素含量(%)			肥料名稱	三要素含量(%)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
人尿糞	0.51	0.10	0.23	廐肥	0.58	0.30	0.50
大豆餅	6.56	1.37	2.14	鷄糞	2.80	1.50	1.80
花生餅	7.85	1.53	1.17	血粉	9.70	6.30	—
米糠	2.08	2.78	1.40	魚粕	10.09	9.06	—
菜子餅	4.52	2.06	1.30	粗骨粉	4.48	18.33	—
綠肥	0.45	0.10	0.43	豬糞	0.37	0.19	0.33
堆肥	0.45	0.40	0.56	草木灰	—	1.67	3.38

最高產量。換句話說，魚池僅施用磷肥即可，其施用量為 0.1~0.29 ppm 較適當，而以 0.1~0.2 ppm 最佳。

三、肥料與水質、土質之關係

1 硫酸銨

硫酸銨俗稱硫安，適用於硬水或 PH7.8 以上之強鹼性水質；如用於 PH 6.5~7.8 之軟水，則需加入 10% 左右之硝酸銨鈣或石灰後立即施用。

2 尿素

尿素適合於各種水質之施用。

3 硝酸銨鈣

硝酸銨鈣適合施用於酸性或弱酸性軟水。