

養殖工程學

李龍雄 編著



前程出版社印行

養殖工程學

李龍雄 編著

前程出版社印行

本書相關著作：

水產養殖學 分上、中、下冊

上冊：介紹總論及淡水、池塘之養殖技術。

中冊：研討鹹水魚塭之養殖及魚介類人工繁殖技術。

下冊：敘述淺海、藻類、箱網、水族館及農魚牧綜合經營之養殖技術。

養殖工程學

定價 100 元

編著者：李 龍 雄

發行者：張 陸 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、本書參考國內外最新資料，並依據教育部修定之養殖工程學課程標準編輯而成。
- 二、本書偏重實用技術及估算，文詞力求簡潔，條列明晰，可作為水產養殖科系之教本，並供一般養殖業者及土木工程人員參考。
- 三、本書名詞力求通俗，計算方面亦採較簡便者，並盡可能以公制單位表示。
- 四、本書之資料有許多係採自其他有關參考書籍者，謹向各書編著者深致謝意。
- 五、本書之編輯與校對雖甚為謹慎，但遺漏錯誤之處仍恐難免，敬祈專家學者惠予指正，以便更正。

目 次

第一篇 總論

第一章 養殖工程之興辦與研究..... 1

第一節 養殖工程之沿革..... 1

第二節 養殖工程的目的..... 2

第三節 水產養殖之方法及內容..... 3

第四節 養殖工程學之研究法..... 4

第二章 池塘位置之自然條件..... 6

第一節 地 形..... 6

第二節 土 質..... 7

第三節 水 源..... 11

第二篇 養殖場之設計

第一章 養殖場設計的順序..... 17

第二章 測量技術..... 21

第一節 測量之基本工作..... 21

第二節 重要測量儀器使用法..... 22

第三節 面積測量與計算..... 35

第四節 平面圖之測量法..... 39

第五節 養殖場圖之測繪法..... 41

第三章 鹹水魚塢之設計..... 46

第一節 水路系統..... 46

第二節 各種魚塢之築造及配置..... 49

第四章 淡水魚池之設計	55
第一節 注 水	55
第二節 排 水	59
第三節 魚池之區劃及池底構築	60
第四節 孵化場之設計	67
第五節 各種池塘之配置	68
第五章 其他特殊水族養殖池之設計	72
第一節 鱒魚養殖池	72
第二節 鰻魚養殖池	72
第三節 香魚養殖池	75
第四節 牛蛙養殖池	75
第五節 甲魚養殖池	77
第六節 淡水長腳大蝦養殖池	79
第六章 水井工程之設計	82
第一節 水井設計之原則	82
第二節 水井鑿設工程之程序	83
第七章 養殖場電力工程之設計	86
第一節 電力設備之配置	86
第二節 電力系統及功率計算	87

第三篇 造池工程與海埔地圍築工程

第一章 海埔地圍築工程之設計	89
第一節 堤 防	89
第二節 水 門	92

第二章 淡水池塘工程之設計..... 95

第一節 堤岸..... 95

第二節 水門..... 96

第三章 造池工程之施工及估算..... 98

第一節 堤基打樁..... 98

第二節 堤基處理..... 98

第三節 填土..... 104

第四節 土方及土工費估算..... 108

第五節 三和土與砌磚..... 111

第六節 工料分析與工程費..... 118

第七節 工程之監工..... 119

第四篇 養殖池之評等法

參考資料..... 123

附錄一..... 125

附錄二..... 127

養殖工程學

第一篇 總論

第一章 養殖工程之興辦與研究

第一節 養殖工程之沿革

雖然在西曆紀元前 1800 年左右即有古埃及王 Maeris 築池放養多種食用魚的傳說，然而正式提倡興辦養殖工程者當推我國春秋時代（西元前 473 年）的越國范蠡，他自號陶朱公在其所著養魚經一書中聲言「種竹養魚千倍利」而大加提倡，並將鯉魚養殖場之規模引介予農家。同時我國自古以來水利工程與養殖工程即有着不可分離的關係，即築堤、開渠、闢池等水利工程形成了圳、埤、渠、池等養殖環境，致使養魚成為農家有利的副業，兩者均為歷朝之要政；諸如 2000 年前秦朝李冰父子在西蜀灌縣所興建之都江堰至今仍能發揮其功能，為聞名於世之水利工程；又江南地區引導江水入渠，灌溉池畝，而有「魚米之鄉」之美譽，由此可知我國養殖工程之興築甚為普遍。

反觀歐美各國則歷史甚短，於十九世紀始重視養殖科學；1852 年法國拿破崙三世下令創設國立鱒魚孵化場，其後法、德等國在改良河川養殖魚類及利用淺海養殖貝類等方面加以研究，而提出許多新的養殖方法，致使養殖事業日益興盛。

再者，明末鄭成功在台灣提倡將海埔地開闢為魚塢、江浙沿海之海塘鹽墾以及近年來海埔新生地的逐年開發等，均以養殖工程作為創業的基礎。又目前山地進行水土保持所築堰壩以及各種水庫均可進行養魚，故與養殖工程亦有密切的關係。

第二節 養殖工程的目的

養殖工程乃係水產工程的一部門，它與造船築港、水產製造機械等合稱水產工學，是發展水產工業化與生產科學化的基本學術。

水界的生產在海洋中並未受土地面積之限制，但在陸水中則是立體性生產，故其增產效率甚高，加以魚介類之增殖非常驚人，通常每一母體可產生數百乃至數十萬粒卵，在發育的過程中雖受種種環境因素之影響而致活存率不高，但其活存者仍然為數甚多，牠們多以藻類、昆蟲及水中有機物等為餌料而為供給人們所需要之動物性蛋白質之重要來源。同時魚介類所棲存的空間與人類不同，不致發生互相爭奪之情事，故養殖魚介類在理論上應該是生產糧食最理想之方法；然而魚介類生棲之水界畢竟與人們生活之陸地有異，人們無法對其中之環境因素完全熟悉。近年由於養殖科學之研究日趨進步，吾人始悉魚介類在水中生棲之阻害特多，死亡率甚高，因之吾人必須改良其生活場所始能充分發揮水界之生產潛力。改良水中生物棲息環境之方法甚多，其中最基本之方法即是以土木工程來改良牠們之棲息場，此即人們所研究之養殖工程。

養殖工程之目的乃是以最經濟之手段控制水域，以增加所養殖生物之產量。由於控制水域有賴於土木工程之改造，故研究養殖工程之方法就是在水產養殖的科學基礎上，加以土木工程學的應用，以使單

位空間之生產力達到最理想的目標，並使本來不能生產的空間能夠生產。

第三節 水產養殖之方法及內容

水產養殖的方法依放養密度及管理方式約可分為如下兩大類：

一、集約式養殖法

(一)淡水養殖——多為池中養殖，又可分為

- 1 廣溫性魚類養殖——如鯉科魚類、鰻魚等我國主要魚類之養殖。
- 2 低溫性魚類養殖——如香魚及鮭鱒魚類之養殖。
- 3 高溫性魚類養殖——如吳郭魚、鯔魚、熱帶魚、塘虱魚等之養殖。
- 4 魚類以外之養殖——如甲魚、牛蛙、田螺、蜆、淡水大蝦、蓮、菱、荸薺等種類。

(二)鹹水養殖

- 1 池塢養殖——如虱目魚、鯔魚、吳郭魚、鱸魚、鯛魚類、蝦類、蜆及龍鬚菜等之養殖。
- 2 淺海養殖——如牡蠣、蛤蜊、珍珠貝、蛭、蚶、貽貝、鮑魚、石花菜、龍鬚菜、紫菜等之養殖。

二、粗放式養殖法

(一)淡水方面

- | | | |
|---|---|-------------------|
| <ol style="list-style-type: none">1 河川增殖2 湖沼增殖3 池埤增殖4 汙汙增殖 | } | 魚類、貝類、甲殼類、藻類等之增殖。 |
|---|---|-------------------|

4 養殖工程學

5. 水田增殖——鯉、吳郭魚、泥鰱、田螺等之增殖。

(二) 鹹水方面

1. 內海面增殖——以貝類為主，藻類次之。

2. 外海底增殖——貝類、魚類、藻類、龍蝦、鮑魚等之增殖。

3. 鹹湖墾殖——魚類、貝類、甲殼類等之增殖。

水產養殖之方法隨着養殖工程設計之進步及水產生物之研究種類增多，除上列各種方法以外，水族館、金魚缸、熱帶魚及人工繁殖等為室內養殖，其營養、水質、光線等均可以人工控制，乃係較新的養殖方法。

養殖資源的開發為我國水產建設上極重要之工作，約可分為生物調查、水質分析、優性品種之移殖、養殖工程之興辦等步驟。我國沿海淺海面積至廣，多未開發利用，例如本省四周淺海之面積幾與陸上耕地面積相等，可開發作鹹水養殖之用，而我國大陸淡水湖沼甚多，更是增殖廣溫性魚類之最適水域；邊疆之湖泊、沼澤及江河源流均可進行低溫性魚類之養殖。

第四節 養殖工程學之研究法

水產養殖事業乃係「以水為田」之生產事業，在原則上養殖工程是在建造供魚介類養殖之專用水域之工程，然而不論天然或人工水域均可充作魚介類之棲息所，僅在適應程度上有其差異而已；故養殖工程學在實施多元性水利工程上佔有同等重要之地位，況且增產糧食為民生方面首需解決之問題。因此，利用一切水域、改良一切水域來增殖或養殖水產生物，是為研究養殖工程學者所必須體認之事項。

養殖工程不僅在費用上佔養殖事業投資之最大比例，而為創辦養

殖事業之基礎，同時其設置之適當與否實爲往後生產營運上成敗之主要關鍵。因此，養殖工程需有正確之理論根據和經濟有效之工程技術，始能獲致預期之效果。

養殖工程學之研究以養殖學、水質學、土壤學、地形學、水文學、水力學等爲理論基礎，而以測量學、土木工程學及材料力學等爲實用技術。

我國之水產養殖事業積有二千餘年之經驗，在水利工程方面則有大運河，都江堰等馳名於世之大工程，均值得我們參考。因此，研究養殖工程學最佳之法乃是擷取固有之經驗配合最新科學技術。

養殖工程之內容細碎而複雜，小至高山溪流之改良，大至海埔地魚塢之開發，範圍甚爲廣泛。不過，一般魚池多屬農村山村漁村人家之副業，應考慮到魚池築造及放養之資金，必須依賴增產之收益來償付；同時在魚池施工計劃方面，要斟酌地方實際情況，就地取材，利用農閒期間充足之勞力，並配合當地之需要，使一項工程除養殖之外，尚可獲得人畜用水，農田灌溉、水土保持、美化環境等多方面之利益。

第二章 池塘位置之自然條件

美國魚池專家 Frank, C. Edminstor 稱闢築魚池必須注意土壤、供水和地形等三大要素，此三者乃是養殖工程學理論研究的主要項目，同時三者要配合得當，應用適切，才能建造出優良的養殖場。此外尚需配合良好之交通、地價、管理等環境及人爲的要件，始能順利的經營養殖事業。

第一節 地形

一、地勢

養殖場之開闢應選地面起伏較少而稍帶傾斜之地形，使注水排水均甚便利爲宜，如此則往後捕撈及排乾池水之操作均蒙其利。一般池塘之主要方向以朝南最佳，朝東朝西次之，而朝北則最不宜；不過亦有少數例外，例如冷水性魚類之養殖池在本省則以朝北爲宜。

池塘之位置必須選擇通風之處，使獲空氣暢通之便，則池水水質不易變壞，一般爲要節省養殖經營之成本，均選擇地價較低廉之所在，但必須摒棄易受海漲、海嘯、山洪、洪水等侵襲之地區，以免堤岸被沖毀，魚介類隨水流失，此點以山澗及海濱最需留意。

此外，在管理、供餌、捕撈、運輸等交通方面應力求方便，即可省時省費，並可保持較高之售價，以收經營之利益。

二、排水區域

養殖場周圍應有水面較池底爲低而寬度適當之溝渠，以利隨時排換池水，如在山地應以山澗，平地以大排水溝或洩洪溝，海濱則以運

河或小海溝爲容納池塘排水之區域，即如無法獲得此種排水環境，亦應選擇較接近上述排水區域之土地爲宜。

第二節 土質

一、土壤之種類

A、土壤依其成因之分類

- 1 殘積土——岩石風化後尚未移動之土壤，性質較均勻。
- 2 堆積土——湖沼中植物過度繁茂而枯死，因堆積過厚、水分過多，致不能完全腐敗、即漸漸形成富含有機質之黑色土壤。
- 3 崩積土——爲山崖崩下後由岩石與沙土等混合疊積所形成之土壤，其大小粗細相間，極易透水。
- 4 沖積土——爲風化所形成之土壤，因雨水沖刷再由河水搬運至下游之盆地、平原、河口等處沉積所成者，由於每次所積之土壤來源不同、數量不一，致形成種類不同、厚薄不均並有明顯之層次，土質肥沃爲其特點。
- 5 風積土——爲在乾燥地區由強風吹起而飄落堆積於他處之土壤，其特徵爲形成之土層上下均一。
- 6 冰積土——乃係冰河所凍結之岩石泥沙在溶冰後被遺置於該處，日久風化後所形成之土壤。此種土壤之土層深厚而土質肥沃。

B、土壤依其成分之分類

- 1 礫土——土壤中礫塊含量在 60% 以上者屬之，此種土

壤不易保存水份及肥份。

2 砂土——含 80% 以上之砂粒而粘土含量在 20% 以下者即為砂土，其土質疏鬆。

3 粘土——為含粘土 80% 以上而砂土 20% 以下之土壤，其組織緊密。

4 壤土——為含砂土、粘土各約 50 % 之土壤。

5 腐植土——土壤中含有腐植質在 20% 以上者稱之，其特性為不易乾燥。

C、土壤依其粒子直徑分類

1 礫 (Gravel) ——直徑在 2.0mm 以上者。

2 砂 (Sand) ——直徑在 2.0—0.01 mm 之間者。

3 泥土 (Clay) ——直徑在 0.01 mm 以下者。

又土壤中含有未完全氧化的動植物時即稱腐植土 (Humus)。

D、土壤依其組成的分類

土壤粒子之配合狀態即為土壤之組成，又依此組成分類者稱為土性 (Soil class)，此乃係依砂與泥土之含量而分者，茲列表於後：

第一表 土性表

名 稱	粘土含量 %	砂含量 %
砂土 Sand	12.5 以下	87.5 以上
砂壤土 Sandy loam	12.5 — 25.0	87.5 — 75.0
壤土 Loam	25.0 — 37.5	75.0 — 62.5
壤植土 Clayery loam	37.5 — 50.0	62.5 — 50.0
植土 Clay	50.0 以 上	50.0 以 下

二、土質與保水力

土壤之性質可分物理與化學兩種。物理性質包括土壤之重量、孔隙、滲透、凝聚、附着、顏色、溫度等，側重於其保水力及溫度調節效能；化學性質則包括土壤之成份、膠質、養分等，注重其營養價值及生產力之維持。

A、物理性質

養殖池所使用之土壤必須能夠保水，如有需要可同時採取在 8—25 Cm 深之表土和 25—60 Cm 深之下層土加以研究，即可瞭解其性質。土壤之保水力以粒度小者較大，各種土壤保水力之比較見第二表。

第二表 各種土壤保水力之比較

土 壤 種 類	保 水 力 %
腐 植 土	70.3
泥 炭 土	63.7
壤 土	60.1
石 灰 土	54.9
粘 土	50.0
石英砂土	46.4
砂 土	45.4

土壤之重量以比重表示，比重有真比重與假比重之分，假比重為一定容積乾燥土壤粒子和土粒間空氣之總重量與同體積水之比重，通常為 1.0—1.5；而真比重則僅為同容積乾燥土壤粒子與水之比重，普通在 2.6—2.7 之間。

土壤之粒子與粒子之間有空隙，此空隙係水分與空氣之通道，對水土保持之關係甚為重要。空隙量之多寡係以空隙容積和全土塊之容積百分比表示，稱為孔隙率，其計算式為

$$\text{孔隙率} = \frac{\text{真比重} - \text{假比重}}{\text{真比重}} = 1 - \frac{\text{假比重}}{\text{真比重}}$$

一般土壤之孔隙率為 50—60 %

土壤由於孔隙密佈，故其保水力需視其滲透性、凝聚性和粘着性而定，其滲透性以含砂在 20—30 % 者最小，含砂在 90 % 以上者則與全砂相近；而凝聚力乃係同質土壤粒子之凝結能力，通常係以鈍口

銅棒破壞乾燥之土樣所需之重力表示之。附着力則不同，乃係土壤對其他物質之附着能力，其測定法為利用一定面積之鐵板，使土壤附於其上而測定其剝落時所需之重力。土壤之粘土成分愈多則附着力愈大，混入腐植土則附着力減少，但腐植土乾涸時附着力即增強。凝聚力及附着力均強者，對堤岸工程甚大助益。

在養殖工程上，從土壤之物理性質來研討，不宜於偏重礫土、砂土及粘土中之某一種，此乃因礫土、砂土均缺乏保水力，而粘土則不易保持造形且在施工時亦較不易進行，故通常以砂土 30—40 % 與粘土 60—70 % 混合均勻的土壤最為合適。

B、化學性質

土壤之顏色乃係由其中所含之化學成分所呈現，濃黑色者易於吸收陽光，而白色者則甚易反射陽光，故土壤之顏色在養殖經營上與水溫之保持有密切之關係，必須善為選擇。

三、土壤之選擇及改良法

土壤因其保水力，保溫性及所含養分等各有不同，同時在養殖經營上所放養之魚種及養殖方法亦均有異，故對土壤之選擇並無一定之標準，必須斟酌實際需要，善加選擇。

土壤如無法切合所需，則必須加以改良，其改良之方法如下：

A、鬆性土壤之改良法

- 1 加水沖和使組織均勻。
- 2 添加有機物。

B、粘性土壤之改良法

- 1 天然改良法
 - a. 乾濕法——使土壤一乾一濕而龜裂，則可細分。
 - b. 結冰法——利用冬季氣溫使土壤之結合水結冰膨大，以漲