

1982
11月
(11)

台湾养鱼文献荟萃

第一册

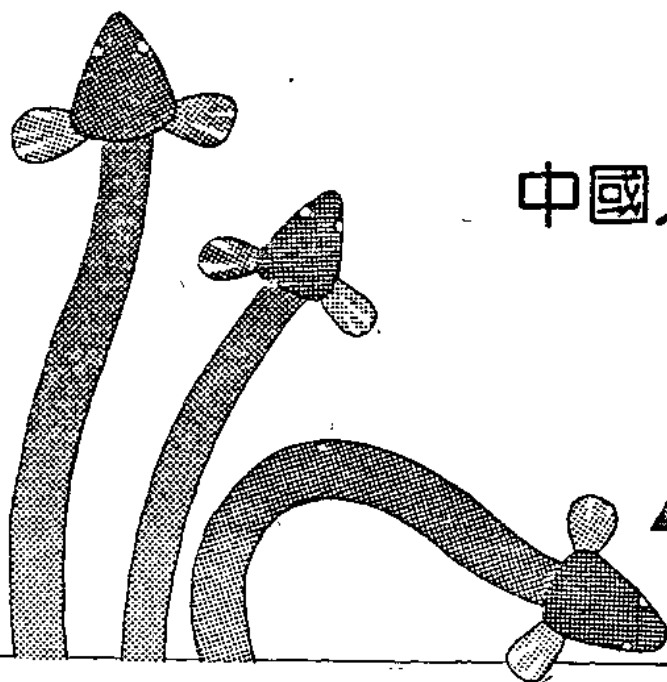
养殖系列



目 录

中国人懂及养鱼	1
养殖池的水质管理	
摘 要	5
水域的生态系	6
如何了解养殖水质的好坏	9
有关养殖生物有泥土味道的问题	22
集约养殖之水质要求	26
同一水源多次综合利用养殖	35
咸水鱼塘酸性土壤的鉴定问题及解决方法	37
臭氧在养殖业上的应用	46
鱼类养殖之可容许氨	54
试验鱼池24小时溶氧变化情形	62
养殖池中氮化合物的转换机制	69
复水土壤中磷的动态及其探讨	80
丝藻之防治与利用	89
水温的重要性	92
水产养殖系统之开发	95
新兴科技在水产养殖上之应用	103
水产养殖的得力助手：微电脑	115
提高养殖水产品品质与卫生	119
有关养殖香鱼之品质和味道	135
养殖鱼类之异味问题	142
鱼类育新技术——遗传工程及染色体工程之理论及其应用	147
台湾咸水养殖现况与展望	153
咸水养殖探讨——嘉腊的养殖	160
咸水养殖探讨——咸水养殖的饲料	173
外海租网养鱼技术开发（上）	183
外海租网养鱼技术开发（中）	193
外海租网养鱼技术开发（下）	203
栽培渔业中数量的估计法	216
日本栽培渔业组织及推进系统	225
渔作论(1)	229
渔作论(2)	231
渔作论(3)	237
渔作论(4)	245
渔作论(5)	251

中國人懂得養魚



聖長國際股份有限公司
STCHIANG INTERNATIONAL CORP.
台北市忠孝東路四段312號7樓之1
電話：(02)752-3595

歷史

江南古稱魚米之鄉，沿海各省也有捕撈不盡的海魚。但是，淡水養殖業在中國出現得很早，兩千三、四百年前春秋時代的越人陶朱公范蠡就說：生財之道有五種，而以養魚的利潤最高。

范蠡在「養魚經」一書裡，進一步分析養魚的成本和收益說：挖個六畝（十六步見方為一畝，六畝約三十公尺長，二十公尺寬）大的魚池，池裡留一些假山讓魚可以繞着游，在二月間把二十尾三尺長帶卵的母鯉魚和四尾三尺長的公鯉魚放進池裡，到了次年二月，魚池裡就會有一尺長的鯉魚15,000尾、二尺長的10,000尾、三尺長的5,000尾；再養一年，池裡會有一尺長的鯉魚10,000尾、二尺長和三尺長的各50,000尾，四尺長的40,000尾；養到第三年的時候，池中的鯉魚就多得數不清了。

范蠡的估計雖有誇張之處（如今一般池塘養鯉魚，每公頃一100公尺見方的放養量只有1,500~2,500尾），只要經營得法，養魚的確是件可賺取厚利的行業。

上古時候的養魚人家用抱卵的母魚來繁殖小魚，可是母魚在池中能否順利育種，很難有一定的把握，後世養魚都是買取江、湖裡自然育成的魚苗，放到人工池裡養大。下面就從撈魚苗、挖魚池、養魚、治病藥單等單元來介紹古代中國的淡水養殖業。

魚苗的產地

魚苗在古代中國有「魚秧」、「魚花」等別稱，魚苗剛孵化時稱「魚花」，稍稍長大時稱「魚秧」，在用法上略有不同。

天然魚苗的產地受到氣溫、水質、水流緩急等因素的影響，並非所有的河流裡都可撈獲魚苗。古代中國產魚苗的地區有江西省九江府德化縣迴峯磯及湖口縣的八里江、湖南省衡州的湘江（從柏坊鋪至樟木市之間）、安徽省當塗縣東的丹陽湖、杭州西湖、廣東省的西江（從封川水口至羅旁水口之間）等地。

江西九江府德化縣迴峯磯及湖口縣的八里江是江、湖交會之處，氣候溫和，每年三月初，魚花大量湧出，撈魚苗的漁戶泛舟大江中，用潮布細網撈

取魚花。魚花細小如髮，養在舟中，漸次長成，而後再買給養魚人家。

湖南湘江也產魚花，湘江源出廣西省興安縣陽海山，與灘水同源合流，稱為灘湘，流至興安縣東，二水分離。灘水西南流，直下為西江（西江亦產魚花，下詳），湘水東北流，入湖南省境。湘水水流至衡州常寧的柏坊鋪開始，至樟木市為止，這一百餘里內的江水中，也產魚花，湘水自陽海山北流入洞庭湖，全長二千餘里，只有這百餘里中產魚花。

清人江昱「瀟湘聽雨錄」中，對衡州人如何撈捕魚苗、如何飼養，和外地養魚人到衡州來購買魚苗的情形，都有很詳細的記載。他說魚苗產於常寧縣湘江白面石下，漁夫在清明節以後，泛竹筏於江中，等下雨水漲高了，用密網撈集魚所下的卵，放進用膠塗得不透水的布箱子裡，養在江邊灘畔，過一夜之後，卵即孵化成魚苗了。這時魚苗星星似髮細，乍看之下根本有水無魚，像清水一樣，漁夫稱之為「魚水」。

買魚苗的商賈即時合資買下魚水（以盆計值），用桐茶煮鹼鴨蛋，取出蛋黃磨粉作為飼料，丟進魚水中。過了兩天，魚苗就顯目分明了。到了第三天，每一盆魚水由合資的人來均分，帶回家去養九個月，再賣給養成魚的人家。

安徽省當塗縣東邊的丹陽湖裡也有魚苗，丹陽鋪一帶的人大多以撈養魚苗為業，四鄉內河各處養殖漁戶均來丹陽鋪購買魚苗回去養，以樸頭、鱧魚為多。

浙江省杭州西湖也產魚苗，每年春天，浙江紹興府蕭山縣的漁戶都到杭州，向撈養魚苗者購買鱧魚、鱖魚、青魚、草魚和鰱魚（圓頭魴）之魚苗回去飼養。

嶺南一帶的魚苗則產於廣東省西江自封川水口下至羅旁水口的八十里江中，這段江水水流較緩，為魚卵所聚，當地有九江村，村民大多以撈養魚苗為業。

清初屈大均「廣東新語」卷二十二裡，形容西江所產魚花說：每年三月開始，西江各支流開始出現水流，到八月則江水流盡，從三月到八月是漁戶工作的時間，每當春雷初動，漁戶看內電的方向和電腳高低以研判江水有無。凡電腳高，則只是乾雷不下雨；若電腳低，則表示有魚，內電之地雨水匯集，江水湧出了，江有水則雌魚開始在藻荇之間產卵，雄魚開始在卵上佈精，漁戶就可以展開撈魚苗的工作了。

西江各支流所產魚苗不一，西南邊是南台左江，水中多土鯰；正西為柳州右江，其水中多鱧、鯪；西北為桂林府江，水中多草魚。這四種魚易養易長，所以漁戶撈取，其他魚花則漁戶不屑一顧。漁民分辨魚苗種類的方法，是把細如針髮的魚苗放在白磁盆裡，先撈取浮在水面上的鱧魚苗，再撈起在水中段部份的鱧魚苗，再撈起魚水下層部份的草魚，最後留在水底的土鯰，漁戶把這些魚苗分類後，養在水淺而向陽的魚池裡，到次年正月開始出售。

廣東省九江村出售的魚花好養易長，所以兩廣、福建、甚而江西、湖南等地的養魚人家都千里迢迢地趕到九江村來買魚苗。如果距離近的養魚人，買的魚花比較大，大則易活好養；如果要走遠路，買的魚花小而多，這樣才抵得上路費。運送魚花沿途都養在船裡，除了餵魚苗吃米湯和鴨蛋黃外，船的兩側各有一座水車，晝夜不停地把新水打入舟中，魚花才不會生病而死。

曰挖魚池

養殖成魚的魚戶在買魚苗回家前，得先把魚池準備好，怎樣的魚池最理想呢？

古代中國的養魚戶是在春天買魚苗，因此清理或挖掘魚池多半在天氣寒冷的冬天舉行；一則冬天是農閒期，有充分的勞力；二則天冷時藏在污泥內的有害生物容易暴斃，將來放養魚苗時，可減少魚兒感染病菌的機會。

元朝人王禎「農書」卷五「農桑通訣」裡提到養魚說：「養魚的場所要挑選泥土肥沃、蘋藻繁盛的地方。」這是考慮將來可以減少所需飼料。明人黃省曾「農圃四書」裡則說：「池不宜太深，深則水寒而難長。」所以養魚苗的池比養成魚的池更淺，淺則水易暖、魚易長，水深還有一個缺點，那就是池底容易堆積飼料殘渣、魚類糞便，使水質變濃，因而底層的光合作用弱，水溫低，受風力所形成之對流作用的影響也減小，氧氣來源缺乏，有機物殘渣却在此深水層中進行分解，大量消耗氧氣，使魚兒產生泛池之現象。

但池水挖得不深，則水溫容易受日晒有無的影響而發生急驟的變化，水質也不穩定，這對魚兒的健康都有不利的影響，古代中國的養魚者發明了淺池中有深池的辦法，就可以兩全其美了。此外，魚池中央留一個小島或沙洲，這樣可讓魚在池裡環轉而游，增加運動的機會。「農圃四書」上說：魚池中央最好有個小島或沙洲，如此魚兒可以環轉而浮，晝夜不息，比較容易長大。魚池的正北邊需要挖得深一點，讓魚兒在此聚息，其他三面則留為晒太陽之所；魚池四周還要種些花木，各種不同的花木對魚兒的功用也不相同；如果種芭蕉，露水沿蕉葉滴入魚池，可以增加魚兒對疾病的抵抗力；如果種棟木，則棟實落入池中可充做飼料；如果種芙蓉於岸間，則可以避除偷吃魚兒的水獺。

這些全是關於養殖池設備的經驗談。

四養 魚

冬天挖好養魚池或把舊池重新清理，初春時買回魚苗，在暮春以前完成放養工作是古代中國養成魚的一般流程，以今日看來，也自有其道理。

因為這段時間是一年中氣溫、水溫較低之時期，魚類的活動力弱，在捕撈和放養的過程中，魚體不易受傷，可減低魚兒在飼養過程中的死亡率。

古代中國的養魚戶，在魚兒成長的過程中要換兩、三次魚池，也就是起初在小池裡養，養了三個

月後，放到中池裡養，再養到一尺多長時又換入大池中養，這樣可更符合魚兒生長的需要環境。

像明人徐光啟「農政全書」卷四十一說：「江西漁戶養魚，暮冬先掘小池，池方十尺（每尺約三十公分），深八尺，池底中央又掘小池，方五尺，深二尺，用木槌搗實，引水入池蓄至清明節前後，買回一寸左右的鱸魚、鱖魚苗，一個小池放入六百尾鱸魚，二百尾鱖魚，每天用水荇等水草和切細的草飼它，沒有草餵它的時候，把吃剩的鱸蛋殼丟進池裡也可充當飼料（鱸蛋殼是平日積存的，餵魚很有用，冬天時把鱸蛋殼混着混着泥巴餵魚，可使魚群聚集而游。）

小池中的魚苗養到端午節這天要移池，換中池來飼養，中池方二十尺到三十尺，在二、三月間挖掘整修（如果中池中有魚，在此時放入大池中），把池水放盡，晒至半乾後，栽種荇草於內，而後放水讓草生長，以備端午時引小池之魚放進來。

小池之魚移入中池時，先在小池旁邊釘四個木樁，張一入片夏布在四個樁上成網，而後陸續把小池之魚撈起，傾入夏布網中，在網中剔去雜魚（水草、飼草可能雜有鱧魚、鱖魚之卵，這些魚子在小池中孵化，如果不趁早除掉，長成後會吃掉魚池裡其他的魚），把魚布網中鱖魚幼魚裝入水桶，隨之送入中池裡。二十尺到三十尺的中池，每池可放入七、八百尾鱸魚和鱖魚。

大塘的大小不一，如果大到一邊長二、三十步（每步約六十公分，也就是十三到十八公尺）就可以養三、四斤以上的大魚。大塘的大小不拘，小則少養魚，大則多養魚，但深度一定要在五尺以上。

中池放入大池之魚大約在一斤左右，每天飼草兩次，草可連根投入池中，但需定時；養到十月時，一斤的魚可重至三、四斤。

如果冬月大魚無草可食，有一個應急的辦法：在平時存下破舊的草蓆草墊，常常在蓆墊上小便，到冬月時把草墊對細，用稻泥或黃土和草墊成碩大的團子，曬乾後，丟入大池裡，大魚會把草泥一併

吃盡。中池的魚也可以用這個辦法，但草要剉得更細，並且在和土成團前，先要泡在水裡泡個兩三天。

也有些養魚人在魚池岸邊搭棚養羊養豬，每天早上把豬羊的糞便掃進大塘裡餵魚。

古代中國漁戶養魚時從魚池中「施肥」是有道理的，因為人畜糞便可增加池水中的營養物質，使浮游生物適度的繁殖，供池中的魚類攝食，對魚類的成長有利。

四 防治魚病

除了上述放魚的餵食外，冬天裡，還要填換大塘中的泥土，並且重新栽種荇草，換新水，以防止魚生病。

冬天時，小池已空，可把大塘裡的成魚撈出，暫放小池中（所以小池一定挖設在大池之旁，以便冬月寄養大魚），迅速將大池的水放掉，填入生泥（爛泥），隨即速栽荇草，放水入池，再把大魚放進去。

古代中國養魚人家的魚池未必都能有活水隨時流動替換舊水，冬月換水換泥，可減少池底積穢引起魚兒生病的機會。

明朝時廣東靈山縣西鄉鎮的一個經驗豐富的養魚人也說：魚是春天秋天長身軀，夏天不太長，冬天長脂肪，一年裡可以長到四、五斤，但在暑月裡

，中午大雨之後不可把飼草丟入魚池中，如果此時投飼，草入魚腹會使魚脹肚子，頭插泥中而死，這是明人馮汝弼「祐山雜說」裡記載的事。

換池水，注意飼食外，養魚還忌在魚池中瀉麻（泡麻），魚也怕鴿糞和碱水、石灰，這些東西都會導致魚類泛池，見到魚翻白浮水，可用人糞、側糞、芭蕉葉搗碎泡水來解毒，趕快把魚撈起更換池水則是更徹底的辦法。

池中的水草也不能太密，太密魚會悶死，魚又忌食楊花，食楊花則生病，這些都是古籍裡對養魚人家的忠告。

內 捕 獲

養魚人家在一年的辛勞之後，到了冬天開始把池裡的魚撈捕上岸，賣給魚販。

清朝中葉人翻鐵卿在描寫蘇州風土民情的「清嘉錄」裡，形容蘇州的養魚人家在十一月捕撈池魚的情形說：養魚來賣的人家，稱魚池為「蕩」或「一家蕩」，有蕩的人家要雇人看守魚池，到了冬月時，再集合眾人把魚撈起，稱作「起蕩魚」。從挖魚池、埋種水草、預備草墊草蓆、鹼蛋殼，由遠到外地買魚苗，到費心的飼養，移池換水，預防魚兒生病……，一年辛苦為的就是起蕩魚的這一刻吧！

◎◎ 淡水魚類養殖資料彙集 ◎◎ 七十二年二月增訂版

本書搜集散載各刊物有關資料，集編為「淡水魚類養殖資料彙集」，凡六十餘萬言。各篇作者皆為飽學水產養殖之學者、技術專家，以優秀之學術基礎，配以豐富工作經驗與心得，著為實用與理論兼備之論文，均為極有價值之文獻。本書按魚池結構、魚病及治療、養殖各說、飼料及其他各篇分類編彙極易查閱，此冊之發行必將有助於水產養殖工作者之參考。

16 開版本 849 頁 每本 7.72 元

購書請利用郵政劃撥 101032 號 鄭煥生帳戶（請勿添加其他字樣）

養殖池的水質及管理

陳一鳴

國立中山大學副教授

摘 要

自然水域原為一個平衡的生態系，但在養殖池中人們為提高飼育生物的產量而將此生態系的平衡破壞，故必須對飼育環境加以管理，才能達其目的。養殖池中生態系無法達成平衡主要是因為養殖方式趨向集約式養殖，即養殖生物密度較高，故排出之廢物較多，再加上以投餌方式飼育未被攝食的殘餌腐敗，這些原因均會使養殖池的水質惡化。

影響養殖環境因子非常的多，包括了水溫、PH、溶氧量、懸浮物質、各種營養鹽、微量元素，及其他生物等等，這些因子不但是會直接影響飼育的生物，也會有間接的影響其飼養的生物，故在研究上有諸多的困難。

在養殖池主要水質的測定項目有水溫，水溫對生物生長來說，一般在生物能適應的範圍中水溫愈高生物生長愈快，但對水中其他的化學，物理，生物因子，也會隨水溫升高而反應較快，故在高水溫中水質變化較快也較不易控制。另外有溶氧量測定，氧氣的缺乏會直接造成飼養動物斃死，也會因為氧氣不足造成其他生物死亡，而引起水質惡化，間接的影響到飼養的動物。PH的測定，是可以瞭解水質的穩定性，因為PH之變化會受到水溫，溶氧，化學物質，生物活動的情形不同而有所不同，故PH之測定可視為水質的總合反應。營養鹽的測定一般包括 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ ， $\text{NO}_2^- - \text{N}$ ， $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ ， $\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$ 等項，測定這些項目除了可以瞭解養殖池中的植物性浮游生物所需營養的供應來源以外，氮鹽對飼育的動物來說具有毒性，其毒性的大小則受PH左右。測定透明度或濁度可大致了解水中浮游性生物及懸浮物質的多寡。測定COD或BOD可瞭解水中有機物質的多寡。

目前養殖池中水質的好壞。均無標準可言，此因為飼養生物的不同，放養密度的不同，投餌方式的不同，管理方法的不同，地理環境的不同等等，均會造成養殖水質有各種不同的變化。而且因為水產養殖需要考慮其經濟性，故只在實驗室作成

七十七年一月

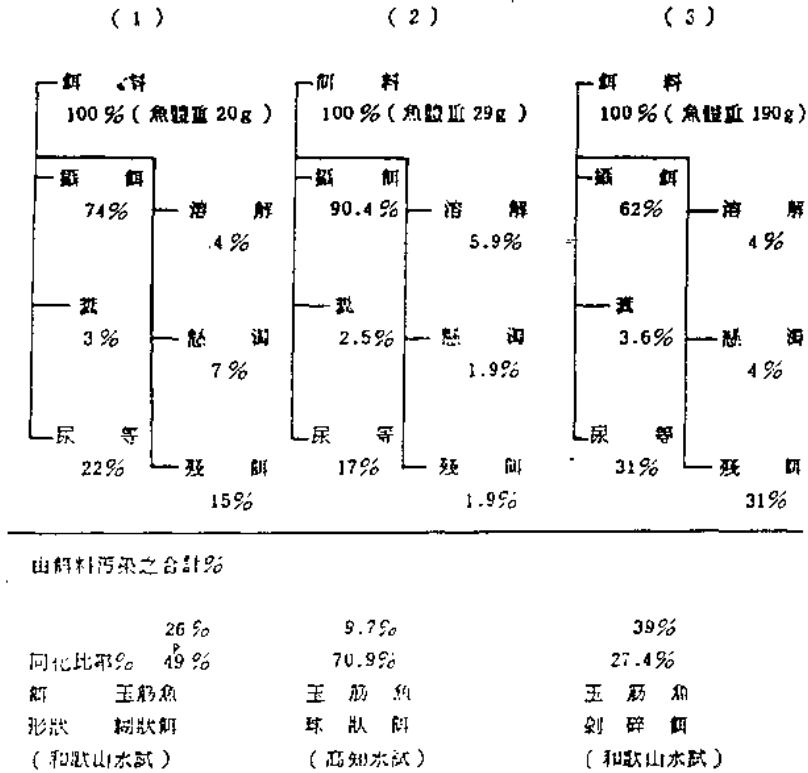
功的試驗，並不一定能附合實際的繁殖，故今後繁殖池水質的管理還有待繼續努力開發研究。

一、水域的生態系：

在談目前繁殖環境到底是什麼狀態之前？在此先簡單介紹水域的生態系：在一個自然的水域環境中，會有一個平衡的生態系，在此平衡系如圖一所表示，中央是屬於水域部份，上面是空氣部份，下面是底泥部份。在自然的水域生態系中與陸地的生態系類似，也就是水中的植物是靠一些營養物質來生長，此物質我們稱為營養鹽，那相當於在陸上的肥料。除了營養鹽以外還須要經吸收太陽的能量行光合作用才能使植物生長。這些植物會被草食性動物所利用而草食性動物則被肉食性動物利用，此情形一般會形成金字塔型的食物鏈。也就是植物的量大於草食動物的量，而草食動物的量又大於肉食動物的量，當然這些植物或動物到最後都會死亡，而後分解產生出有機物質的碎片，此有機碎片存在於水中又會被濾食性動物所利用；例如文蛤，牡蠣等等，此有機碎片除了可如此利用外在自然水域中也會被微生物所分解、利用。濾食性動物也會被肉食性動物所利用。另外微生物類也會被專吃微生物的東西所利用，而這動物又會被肉食性動物所利用。以上所提的動物在成長過程中都會產生代謝廢物，如同人類或陸上動物所排泄的尿液，這些廢物主要的都是氮化合物，而這些無機物質或簡單的有機物質很快溶於水中變成營養物質，然後再提供給植物利用。但在這水域中有一部份有機物碎片，因比重及比較難分解的關係會慢慢沈澱下去，然後堆積在底泥上，此物質隨著時間變化還是會被分解，只是時間上的問題，而分解出來的物質又會加入營養鹽系列裡。除了上面所述的物質以外，還會有外來的物質加入，像垃圾及人類拋棄的有機物質等也會流入水中，這些物質有些被微生物分解變成營養鹽，有些則沈積在底泥，所以最終還是會達到平衡。總括生態系的平衡可以說：當營養鹽增加時植物則較多，因此草食性動物也會成長繁殖，當草食性動物增多時，肉食性的動物也會增加，因生物死亡量增加微生物分解也會加大，因捕食植物的增加而使植物減少，糧食便會不足，動物因無足夠的食物而沒辦法繼續繁殖，數量就會減少，這是自然界的平衡現象。由此生態系平衡的關係和陸上做一個比較，可以發現陸上之生態系也是類似此系統，唯一最大的差異是陸上生態系的生物全部都存在於空氣、地表及泥土中，而水域中的生態系則有一個媒介體，那就是水。

在古老的繁殖業裡便是利用此種生態關係來達到繁殖的目的。譬如說到台南一帶去看虱目魚的繁殖池或鯉魚、草魚的繁殖池，可發現古老的繁殖方法根本沒有添加任何食物來飼養，像虱目魚繁殖池須經過晒坪、晒坪前須添加一些水肥，此水肥便會形成營養鹽，也就是其添加物為有機物質類，會慢慢分解變為無機營養鹽，促養魚世界。

圖 2 不同形狀的餌料對青甘鯨投食之效應。
百分數為氮之含量。



最好的成績是百分之九十點四，此為第二組球狀餌料，其他二組則較差。當然魚體的大小不同，則攝餌率多少是有差異。若攝餌率有百分之七十四，那相對的就有百分之二十六的餌料沒被魚吃掉；以餌料溶解在水中的情形來看，溶解率較大的為百分之五點九，其他二組為百分之四。懸浮在水中並不溶解的物質最多的是第一組，糊狀餌為百分之七，因糊狀餌料一投下去碰到水較易分散，所以懸浮的物質就特別多，最少的是球狀餌為百分之一點九，其次為第三組。除了上述的溶解與懸浮以外，還有一些餌料是可以被利用，而沒能被魚攝食的餌料，我們稱之為殘餌。這些殘餌因為沒利用就沈到底部，以後的分解將會使水質惡化。殘餌最多的是第三組，就是將魚肉剝碎直接投餌的那組，而最少的一組是球狀餌料組，由於餌料未被利用而造成的污染即上述三項的合計為第一組佔百分之二十六，第二組佔百分之九點七，第三組佔百分之三十九，從這些結果我們可明顯的知道，對青甘鯨而言能達到投餌最好效果的是球狀餌料，而相對的因餌料污染水質的機會就較少。其三組的同化率即在餌料中扣除糞和尿後剩下留在體內的東西，結果為糊狀餌料佔百分之四十九，球狀餌料高達百分之七十點九，剝碎餌料只佔百分之二十七點四，即最好的是球狀這一組。由此結果可明顯知道，餌料的製成方法是很重要的，雖然以同樣的材料做為餌料的來源，但製做方法之不同與投餌方法不恰當，不但使同化率降低，同時也

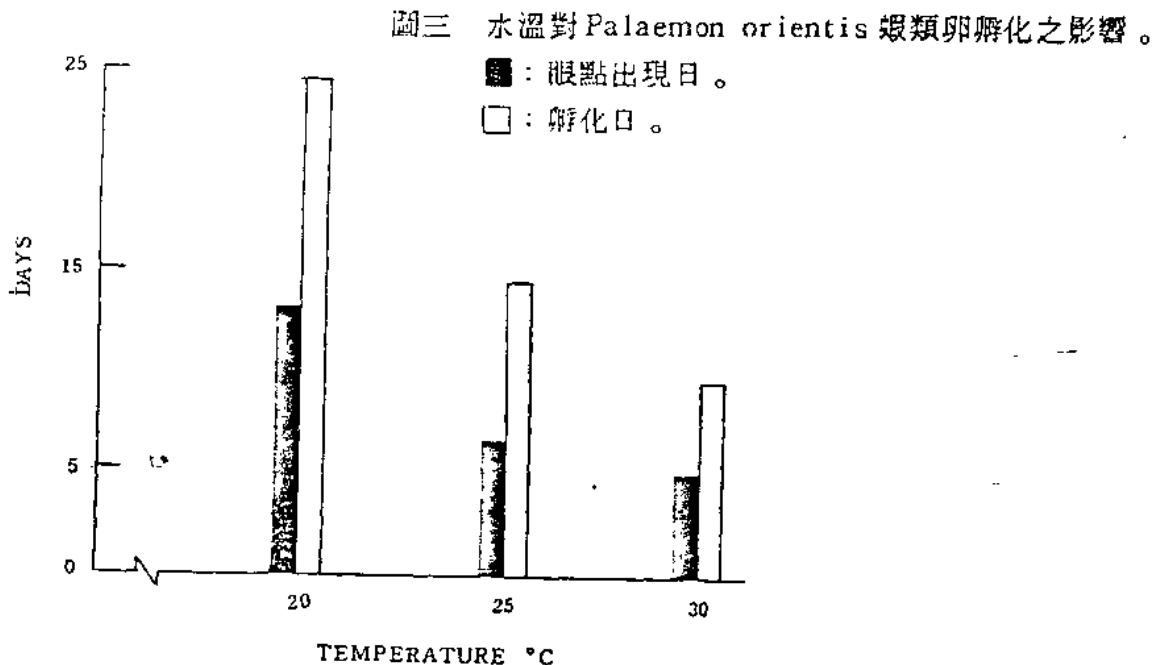
使整個水質的污染相對提高，以上結果使我們了解餌料對水質的污染有相當大的影響。此種污染我們可稱其為“自家污染”，就是自己將自己的環境污染了。

二、如何了解養殖水質的好壞

下面我們談一談如何了解養殖水質的好壞？其實影響養殖水質的條件非常多，包括水溫、PH、溶氧量、懸浮物質以及各種營養鹽，還包括了所謂的微量元素即少量的重金屬類，另外還有在水中的其他生物，因在養殖池中並不是只有所飼養的生物一種，其他的生物也會在池中繁殖、生長，這些都是影響水質的因子，而這些因子不僅直接影響所飼養的生物，還會產生間接影響。間接影響就是有某個A因子在變動而A因子會影響到B因子，可能A因子對這些生物並不會造成任何威脅，但其可改變B因子，而B因子會對生物造成某些影響，所以我們大概可了解到在整個的研究過程是非常複雜的，事實上實驗室的答案和現場的答案會有些差距，因在實驗室的操作都是以單一因子來試驗，就是將其他因子都扣除或固定住然後再操作，但實際在養殖池中並不是單一因子的變化，很多疾病的發生或有不良影響都是由附合因子而引起，但因每一因子都沒超過試驗室的最低界限，故時常無法得知由何因子引起。若要將野外的資料拿到實驗室做模擬，又會發現這是不太可能的，尤其是生物因子幾乎無法控制。

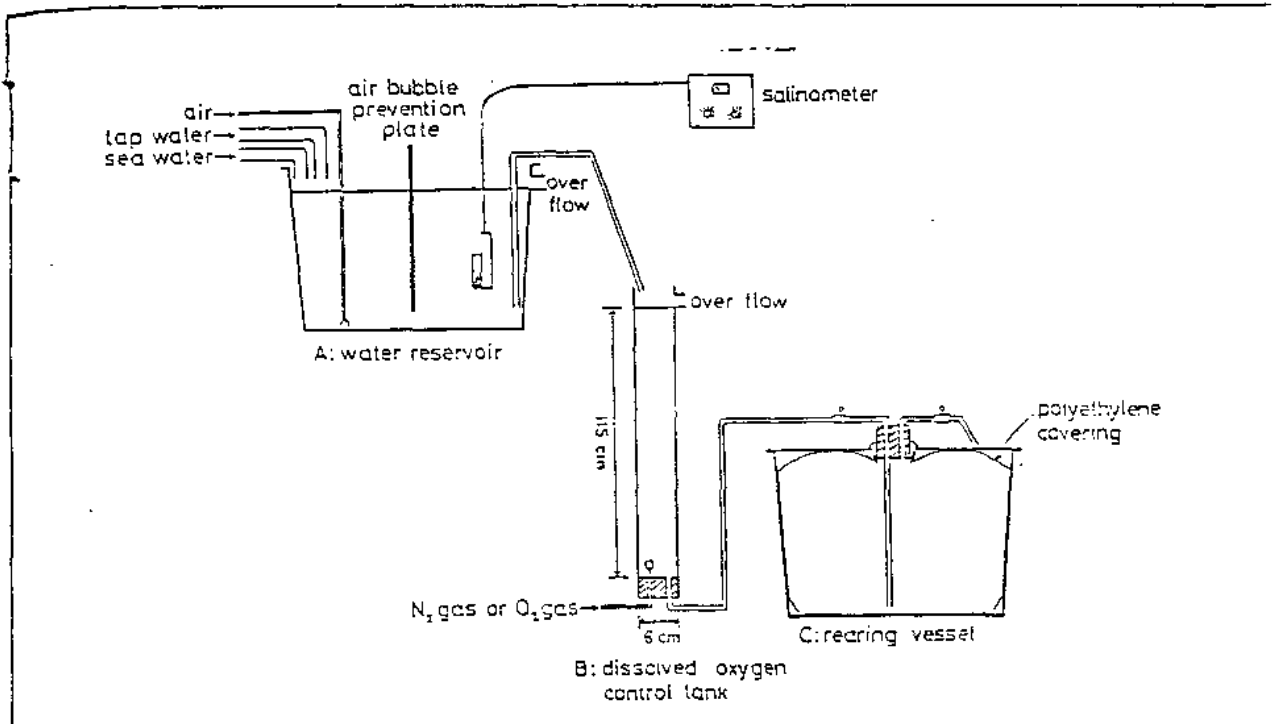
現在向大家介紹一些在養殖水質上比較重要及常用的調查項目。

(一)水溫，如圖三所示，我們知道在適當偏高的水溫對生物的生長是有幫助的。

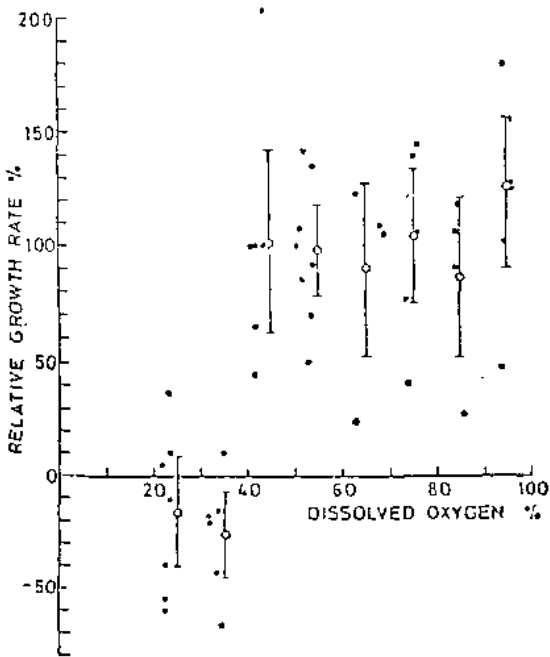


此實驗是用 *palaemon orientis* 蝦的受精卵所進行的實驗，其能孵化的溫度為 $15 \sim 35^{\circ}\text{C}$ 左右，我是選擇中間溫度做此實驗，圖中黑色部份為眼點形成時所需要的時間，白色部份表示孵化完成時所需要的時間。從圖上可了解溫度愈低，孵化所需要的時間愈長，在 20°C 時要二十五天才孵化，而 30°C 時只要十三天就孵化完成。由此可知溫度愈高對蝦的成長愈快愈有幫助。我國目前養殖業會這麼發達就是靠地利的條件，也就是水溫較高，例如鯪魚事業外銷成功，就是因為在冬天時水不必加溫就可繼續養殖鯪魚。水溫較高相對的也產生一個問題，當水溫升高時所有生物生長就愈快，以最簡單的化學反應來說，溫度較高時反應會較激烈，在溫度偏低時反應就較緩慢，物理因子也是一樣。因此養殖的生物及水中其他的生物也會有這種現象，比如說養蝦池的水色為褐色，即以矽藻為主，通常都認為這樣的水質不錯，如溫度適當時水質可以維持三、五天才會慢慢改變，當溫度升高時可能經過一天水質就突然變壞，其原因是藻類在高溫時急速的繁殖，而造成營養鹽不足，然後藻類就突然大量的死亡。在死亡的過程中會被微生物分解而產生較多的毒素或消耗氧氣等種種問題就會發生。故水溫高雖然有助於養殖生物的成長，相對的環境改變也就快，故對水質而言就較難控制。

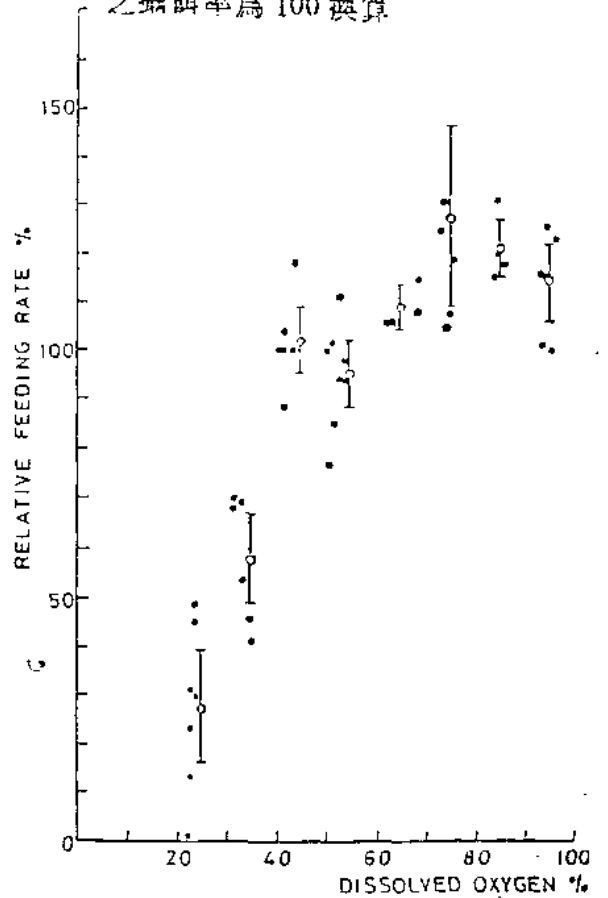
(二) 氧氣，氧氣的缺乏對生物是有直接的影響，人類生活在陸地上不受氧氣的控制，畜牧業也一樣，但對在水中的生物而言是很容易產生缺氧的情形，因氧氣供應到水中是以二個方式進行，一種是空氣經過水表層的波動使氧溶入水中，另外一種是池中植物本身白天會進行光合作用產生氧氣，但夜晚時就不能進行光合作用而是行呼吸作用消耗氧氣。以往測定氧氣的方式大概是測定致死濃度較多，即將試驗動物置於一個密閉容器中，待其完全死亡時測定其氧氣濃度為多少。但對養殖業者來說當看到養殖生物開始死亡時，就已經來不及補救了，故我們實驗所要知道的是氧氣對所飼育生物的成長會有何影響，此實驗才達到真正之使用目的。我本身做了個實驗是將別人的方法改良了某些部份，做了一套簡單的裝置，如圖四所示，因為養的蝦類是半淡鹹水的，所需的鹽分濃度為千分之二十最適當，所以就將海水和淡水同時加入以鹽度計來測定作校正，直到水的混合濃度剛好達到千分之二十的最佳飼育條件，因作實驗時必須將其他因子固定，只利用一個因子的變異來觀察其變化之情況如何。此實驗裝置左邊的是水槽，中間用隔板隔開，利用打氣裝置給予充分曝氣，隔板作用是為了避免打氣時所產生的氣泡會跑到虹吸作用的管道裡，再以虹吸作用的方法將水引到一個塑膠管中，底部用橡皮塞住，以打氣管通入氮氣或氧氣來調整裏面氧氣含量，使水達到不同的溶氧狀態。再將此水引入右邊的水槽中，此水槽裡面是用塑膠袋封起來的，塑膠袋上口用橡皮塞封口，以這最簡單的方法使水與外界空氣隔離，水由底部進入此袋中由上部流出，並在進出水管附有開關以調整流速，同時也可在這二個開關處採到水，測定其流入和流出的氧氣含量。此種裝置共有十套，每兩套為一組共五組，故每次實驗均可調整出五個不同的溶氧量。其實驗



圖五 溶氧對 *P. orientis* 蝦類之成長率之影響。
相對成長率是以溶氧飽和度 40% 之成長率為 100 換算。



圖六 溶氧對 *P. orientis* 蝦類之攝餌率之影響
相對攝餌率是以溶氧飽和度 40% 之攝餌率為 100 換算

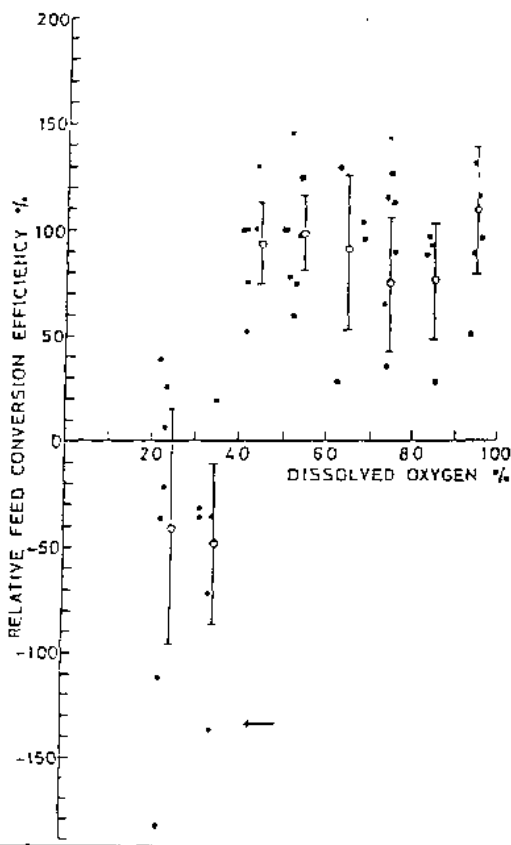


結果如圖五所示，橫軸為溶氧量，此以飽和度做表示，雖然一般氧氣都是以多少個 ppm 或多少個 m/l 或多少個 ml/l 表示，我個人是認為影響呼吸量和氧氣濃度沒有關係，而氧氣分壓才會影響其生理變化，氧氣在水中的分壓與飽和度是成正比的關係，但在相同的飽和度下，因水溫、鹽度的不同，其溶氧量又不一樣，即在相同溶氧飽和度下，其鹽度愈高其溶氧量也就愈低。所以由幾次不同的實驗中得知，如用“量”表示的話，不同次的實驗結果就無法比較，故選擇統一原則是用飽和度做表示。

一般只要有充分的曝氣，水中的溶氧均會接近飽和狀態，若要低飽和的溶氧，則用氮氣趕掉水中的氧氣，若要過飽和的溶氧就添加純氧氣。實驗中溶氧飽和度的設定是以每百分之十做為間隔，由百分之二十溶氧飽和度開始，因百分之十的溶氧飽和狀態下，蝦類放進去幾個小時後就全部死亡。此實驗每次進行大約為二至五週。縱軸相對的成長比是以百分之四十溶氧飽和度這組之成長當成百分之一百，化成統一規格和其他組做比較，由圖可知溶氧飽和度在百分之四十以上蝦的成長沒有太大的差異，到百分之四十以下蝦的成長率都變成負的，實際的成長也是負的，即實驗期間蝦的體重並未增加，反而變輕了，相對攝餌率如圖六所示，與成長率相似溶氧飽和度在百分之四十以下時，攝餌率就會低下。由攝餌量與增重量換算成餌料的轉換效率，如圖七所示，溶氧飽和度在百分之四十以下，雖然有進食但增重為負的，故餌料的轉換效率也為負的，從這實驗可以知道蝦成長變負的結果，主要是因蝦類在這種氧氣不足的狀態下，必須要消耗相當多的體力來進行呼吸以維持生存，因此當蝦在這上面消耗的能量超過自己攝食所得到的能量時，則餌料轉換率就變成負的。上面的實驗都是在單一固定的因子下進行的，而實際在野外的養殖池不可能溶氧飽和度為百分之一百，就維持百分之一十，故該實驗的結果還是無法應用在養殖池上。

(待續)

圖七 溶氧對 *P. Orientis* 蝦類餌料轉換效率之影響。
相對餌料轉換效率是以溶氧飽和度 40% 之餌料轉換效率為 100 換算。



養殖池的水質及管理 (2)

陳一鳴

國立中山大學副教授

下一個實驗為模擬野外而進行的實驗，前面已經提到氧氣供應到水中有兩個方式，在這自然狀態下所調查氧氣的含量大的是下午3點左右為最高，而在黎明前最低，此現象為白天植物可行光合作用產生氧氣、而晚上沒有光線植物不能進行光合作用的原故，此循環現象每天都會發生，為了模擬此現象再加上前實驗得知溶氧飽和度百分之四十以下長期養殖，得到的成長率是負的，餌料轉換率也會轉變為負的，故假設有一段時間飽和度逐漸低到百分之四十以下，再回升到百分之一百或者回升到百分之二百，既過飽和狀態，每日重覆此週期循環一次，觀察是否會對成長等因子造成影響。此實驗結果如表一所示，六個測試共分為三組，一組的變化為百分之九十二至九十七溶氧飽和度，也就是這二個維持在近飽和狀態的溶氧，另一組是

表一 溶氧量日週期變動對 *Palaemon orientis* 蝦類成長之影響。

Test Vessel No.	Dissolved Oxygen range %	Mean Body Weight g Initial	Weight g Final	Weight Gain %	Feeding Rate %	Feed Conversion Efficiency %
1	92 - 97	0.069	0.102	50.7	16.0	28.4
2	93 - 97	0.053	0.082	54.7	17.9	26.7
3	35 - 95	0.050	0.061	22.0	14.3	15.4
4	32 - 95	0.053	0.068	28.3	13.1	18.9
5	36 - 186	0.056	0.069	22.8	12.7	16.4
6	32 - 189	0.044	0.052	18.2	15.4	12.1

從百分之三十五至九十五，也就是由飽和狀態落到百分之四十以下的循環，最後一組是過飽和百分之一百八十以上，即將近一倍的氧氣飽和量，然後降至百分之四十以下的循環。其結果得到的增重率在第一、二個測定都非常類似為百分之五十及百分之五十四，第三、四個測定分別為百分之二十二及百分之二十八，第五、六個測定分別為百分之二十二及百分之十八。後面兩組的增重率比第一組均減低到一半以下，而在攝餌率上此三組並沒有很大的差異，在餌料轉換效率上第一組約為其他兩組之 1.5 倍至 2 倍。

由此可知一天的週期循環中有低於溶氧飽和度百分之四十以下時，其增重率及餌料轉換效率均會低下，但其攝餌率並沒有太大差異，原因是投餌時間均在氧氣含量較高時進行的，故第二、三組也有良好的攝餌率。因為前面的實驗已知當溶氧飽和度低於百分之四十時，為了呼吸而消耗較多的體能，故增重率及餌料轉換效率均差，該實驗中於第二、三組裡也得到了證明。唯有一天中低於溶氧飽和度百分之四十之時間並不很長，且攝餌時又在溶氧飽和度較高時，故其增重率不為負的。在比較第二組與第三組時發現並沒有太大差異，此表示一天中氧氣有過飽和狀態並沒有太大的影響。此實驗結果可應用於養殖上，就是投餌的時間避免在氧氣量低時，否則蝦類根本不進食，盡可能選擇在氧氣含量高時投餌，這對養殖方面是有幫助的。氧氣在養殖關係中還包含非常多間接的影響，如氧氣不足時不單是養殖生物會死亡對微生物也有影響，假如養殖生物在低氧下很有耐力並不死亡，但某些存在水中的微生物會因氧氣不夠而先死亡。死亡後在水中產生分解就會污染水質，便間接影響到所養殖的生物。

表二是由養鰻場調查池中各物質消耗氧氣的情況，養殖鰻魚都會先作綠水，就是讓水中植物性浮游生物繁殖起來，最主要目的是能供應氧氣及穩定水質，即將魚

表二 養鰻池之氧氣消費量

消 費		O ₂ / cc / m ³ · 日	
鰻		3,700	14.7 %
藻	類	12,000	47.8
底	泥	9,400	35.9
溶	出	400	1.6
合 計		25,500	100

類排出的糞便、營養物質及底泥所溶出的物質吸收，他們之間所消耗的氧氣鰻魚只佔百分之十七點四，氧氣消耗最多的是水中的藻類約佔百分之五十，因為底泥在養殖時間稍微久一點就會產生某些有機物質的堆積，必須由微生物分解，所以底泥佔百分之三十五點九，其餘消解在水中的物質所佔的比例很低，只佔百分之一點六，由此可知養殖池內氧氣不足時，不單會影響所養殖的生物也會嚴重的影響水中其他生物，這些生物的改變又會間接的影響所飼育的生物。

(三)PH值，下面討論有關PH值的問題，目前PH的測定是非常簡單的，市面上有賣許多PHmeter可直接測得PH值，PH的改變可視為總合反應，所謂總合反應：就是水中任何一物質改變，即生物的、化學的、物理的改變多少都會在PH值上表現出來。但因PH的變化量非常的微小，若要非常精密的測定是比較困難，因為採水後將樣品水搬到實驗室此過程中PH可能就改變了，所以必須現場直接測定。但測定到PH值，還是無法知道是由何種因子的變化而造成PH值的改變，因為對水質而言PH是個總合性的反應。在自然的正常未污染淡水的PH是6-9之間，海水的PH是維持在7.8左右不易改變，這和淡水有很大的差異。海水中的PH假若不是受相當大的因子所干擾，是會非常穩定的維持在7.8。比如在台灣海峽不管是北部或南部水源未被污染的情況下，所測得的PH都在7.6-7.9之間，海水會如此穩定主要是含有相當多的鹽類。

所謂鹽類就是 Na^+ ， K^+ ， Mg^{++} ， Ca^{++} 等陽離子及陰離子類如 Cl^- ， SO_4^- ， Br^- 等存在於水中，如表三所示，雖然鹽類含量多相對的正負價又必須要平衡，在平衡過程中將電荷數加起來，發現正電荷是每立方公尺有606莫耳，負電荷只有604莫耳，為了能使兩者電荷數平衡，則須借空氣中的 CO_2 ，因 CO_2 很容易溶於水中，只要溶於水中就產生 CO_3^- 或 HCO_3^- 陰離子，而使電荷達到平衡，因 CO_3^- 及 HCO_3^- 在水中也很容易變成 CO_2 移出，故稱海水本身有個很大的緩衝能力。而淡水因沒有像海水有那樣多的離子存在，所以PH較易改變。但事實上不論在淡水或海水養殖池中PH還是很容易改變，生要是因為養殖池中的生物，化學物的密度或濃度都比自然的高出很多。根據本人的指導教授以鰻魚池為實驗得到的結論為：鰻魚池的PH值白天是個向鹼性，因白天因光合作用的原因產生過多氧氣會把 CO_2 趕出水中，同時因光合作用也消耗掉大量的 CO_2 ，晚上則因氧氣被消耗且產生 CO_2 ，故偏向酸性，每天固定在白天、夜晚測定二次PH，假若晚上測得PH降到比平常低，那第二、三天池內的藻類就會大量死亡，他當時的推論是：常天晚上PH非常低，因水中的微生物開始繁殖，消耗很多的氧氣，且產生很多酸性的物質，這就是藻類（植物性浮游生物）開始有死亡且被分解之前徵，前而已提過PH之變化為一個總合反應，故在實驗室中很難得其原因，所以這實驗到目前為止只能說只知道其結果而無法了解其真正的原因。也只能說：PH代變總合性的反應。