

科學圖書大庫

水產增殖(下)

譯者 鄭枝修



徐氏基金會出版

科學圖書大庫

水產增殖(下)

譯者 鄭枝修

徐氏基金會出版

序

本書是依據「水產增殖及其為準之課程」而作之有關水產增殖的教科書，並基於高等學校（相當於高中）學習指導要領而編集。係前列「水產增殖」之續卷。本書主要內容為增殖生物、環境、種苗、繁殖保護、飼料、水產資源、水質污染等。

近年來之沿岸漁業，因為濫捕及其他複雜之原因影響而衰退，事實上已陷入擔憂之途上，但因此一方面促進水產增殖之發展，一方面增殖水產生物同時對於水產生物之保護，培養之研究及技術之改良進步之重要性有了再認識。

原來水產資源視為無盡藏，至少水產關係業者甚少有如此看法，吾們不止於規定水產生物之漁獲而應積極圖謀水產生物之增殖助成資源之繁殖，應更進一步發展集中養殖事業為水產增殖學習者之使命。

「水產增殖」為生物學、海洋學、湖沼學、物理、化學等各項自然學為基礎之應用學問，一見很簡易之水產增殖技術，但需要廣範圍之自然科學的知識。而且就種苗、增殖場之環境、水質污染等而言，含有須解決之相當多之困難問題。

吾人應了解水產增殖之一般知識及更進一步養成增殖及改良指導之能力為重要。

本書就以上所述各項而編集，希望與第一卷併用成為系統的學習，但是單位數以及其他科目之關連性在學習計劃上最有效果而顧慮。

本書的編集、審議以及文獻之參照、圖版、圖表之製成等一併申謝左列各編輯委員

編輯委員：

東京水產大學教授

稻田傳三郎

三重縣立水產高等學校教諭

冲津哲三郎

水產廳東海區水產研究所增殖部長

川名武

水產廳調查研究部研究第二課長

手塚多喜雄

三重縣立水產高等學校校長

山本正

（順序依照五十音排）

目 錄

序

第一章 增殖場的環境

第一節	總 說	1
第二節	湖	4
第三節	池 沼	10
第四節	池 塘	13
第五節	人工水庫	13
第六節	河 川	15
第七節	淺 海	17

第二章 種 苗

第一節	採卵、受精	23
第二節	採苗	26

第三章 飼 料

第一節	消化器的構造	30
第二節	飼料的消化	33
第三節	飼料的營養	34
第四節	飼料攝取量與增肉量	40
第五節	放養量與投餌量	41

第六節	天然飼料.....	42
第七節	人工飼料.....	42
第四章	水產動物的運輸	
第一節	活魚的運輸.....	44
第二節	魚卵與其他的運輸.....	47
第五章	障害與其驅除	
第一節	淡水增殖的敵害與其驅除.....	50
第二節	鹹水增殖的敵害與其驅除.....	51
第三節	浮頭與水質變化.....	54
第四節	赤潮、燒磯.....	55
第六章	水族的疾病與治療	
第一節	水族的疾病.....	57
第二節	疾病的治療.....	61
第七章	水產生物的繁殖保護	
第一節	繁殖保護的意義與目的.....	64
第二節	水產生物之保護.....	75
第八章	水產資源	
第一節	水產資源研究的目的與範圍.....	78
第二節	水產資源的單位體.....	78
第三節	水產資源的生物學.....	79
第四節	水產資源量的變化.....	96
第五節	個體群的變動論.....	102
第六節	漁業管理.....	103
第九章	水質污染	

第一節	水質污染的原因	106
第二節	廢水擴散與影響	108
第三節	水質污染對於水產生物的影響	110
第四節	水質污染對漁業的影響	115
第五節	水質污染的調查	116
第十章	水質檢定	119
第一節	流量的測定	120
第二節	透明度的測定	122
第三節	採水	124
第四節	水溫的測定(測溫)	126
第五節	氯氣量的測定(鹽分檢定)	127
第六節	pH值的測定	131
第七節	溶氧量的測定	135
第八節	生物化學的氧氣需要量之測定	139
第九節	化學上氧氣要求量之測定	142
第十節	有害物質	144
第十一節	營養鹽類	148
第十二節	底質試驗	152

第一章 增殖場的環境

第一節 總 說

1、生活場所

生物在地球上能生活的廣大地區稱為生活圈，而海面上 5,000 公尺與海底 1,000 公尺，約 6,000 公尺的範圍為生物之 99 % 生活的主要生活圈，相當於地球半徑的 $1/1000$ 的非常薄的一層，此間有空氣、水、及土等為媒介，並有溫度、光線及鹽分等富於變化者。

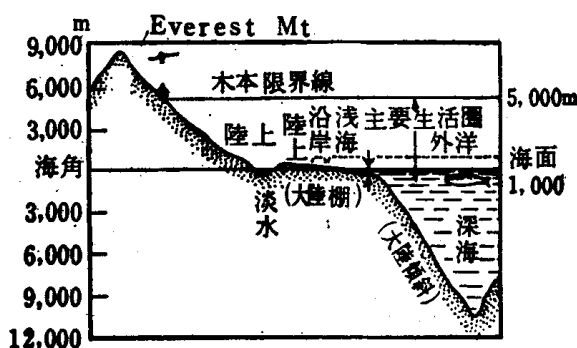


圖 1-1 生活圈之模式圖

生活圈以生活場所可廣義的分成地上、水陸及海洋三部份，此生活場所所以狹義的觀點言更可分為好幾類。例如，海藻大多成長於淺海岩礁地帶，蛤蜊棲息於內灣砂泥底。因此岩礁地帶為海藻的生活場所，內灣的海灘則為蛤蜊的生活場所。

生活場所普通由多種類的生物聚集成為群集而棲息，形成一個群集

的生物之種類與個體數是以其生活場所環境要素而定，各個生物為互相密接的關係營運生活。

2、湖沼海洋的主要生活圈

生活於湖岸、海岸的生物其種類與數量的變化係隨著淺處到深處，或由高處移到低處而不同。湖岸或海岸是由上位向下位分類為如下，但各層的名稱或範圍按其研究者略有差別。

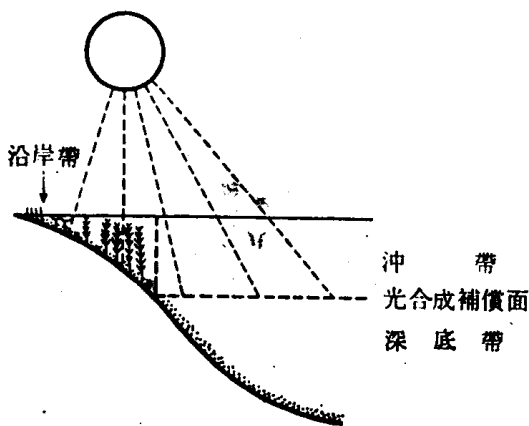


圖 1-2 湖之三項生活帶

1，湖沼 生物生活場所的湖沼通常分成沿岸地帶、深海底地帶、丘海地帶等三生活帶。

(1)沿岸地帶 光線能達到底部的湖岸附近，而有有根植物所成育的區域為沿岸地帶。沿岸地帶又以植物種類可分為下面三帶。

①挺水植物帶：大約從湖岸 2 m 深的區域，繁茂蓮、藺葦、川骨等。

②浮葉植物帶：約 2 ~ 4 m 深的區域成育著順菜、羊草、大浮草等

③沉水植物帶：此浮葉植物深的地方，此區域的代表性植物是蝦藻 (Ebimo)、松藻 (Matsu Mo)、房藻 (Fusa Mo)、金魚藻 (Kingiyo Mo) 等。

有砂、小石的湖岸概不成育上述植物，又動物的種類亦很少。

(2)深海底地帶 顯著的光線較少之深部或底部而不成育植物。此區域的代表性動物種類是柚子利 (Usurika) 或者房科 (Fusaka) 等。

(3)冲帶 光線有效的能達到程度之深度的水域有浮游生物、魚類等。

2. 淺海 淺海是由上方向下方分類如下。

(1)潮間帶 退潮時所露出之處謂潮間帶。潮間帶有玉黍 (TAMA-KIBI) *Littprivagabrevicus*，石龜 (BIZBRAGAI) *Liolophura japonica*，久保貝 (KUBOGAI) *Tegula tischkel*，疣辛螺 (IBONISHI) *Purpuradavi-gera*，嫁笠 (YOMEGASHA) *Ce-llana toreuma*」等貝類大量棲息，在內灣砂泥質底部可看到二枚貝或者環蟲類。

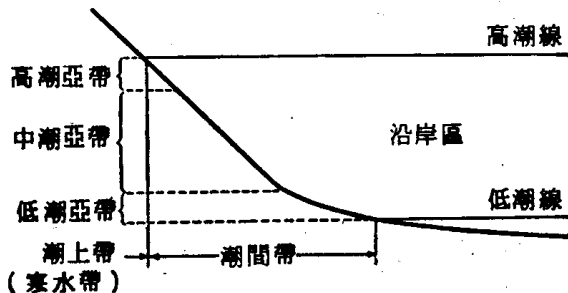


圖 1-3 由潮位分海岸之區分

(2)上淺海帶 上淺海帶是低潮線約 30 公尺的水域。海藻以昆布 (海帶) 類最繁茂鮑魚、螺、龍蝦、海膽、海鼠其他岩礁之魚類亦很多棲息。此區域為有利用價值之繁殖場。

(3)中淺海帶 約 20 ~ 30 公尺之水域，此區域亦有棲息有用貝類與海藻貝類是鮑魚、螺等。

(4)下淺海帶 下淺海帶是約 50 ~ 120 公尺的水域。很少受河川的影響。生物亦不多。

3、環境的變化與生物

生物的環境要素因時間或場所而變化，因此對生物的生活有各種影響。環境要素的量與強度對生物為最適當狀態時，生物的繁殖最佳，相反的環境要素的量與強度減少到某種限度以下，或是增加到某種限度以上時，生物的活動就會遲緩。即環境要素的量與強度由最適當的狀態隨變化到最高或最低則增加生物的生活不適度。例如鯉魚在水溫 25°C ~

27°C 左右最適當，而在 10°C 以下或是上昇到 36°C ~ 39°C 以上則顯著的降低其活動。能耐其環境要素變化的生物分佈較廣，不甚耐其變化的生物，其分佈就會受限制。

總有環境要素是對生物的作用力量並非同樣，而是其最高或是最低的要素對於生物之生存具有重大意義。若具有適度生物生存場所必要的要素，多數生物則可以生存。但是在各種環境要素之中，任何要素對大部份生物帶來不適當狀態時，其環境就成偏向性質，在此場所只能限於小數生物之棲息。

第二節 湖

水深超過 5 ~ 10 公尺，中央部份不成育沿岸植物的陸水水域稱為湖。

湖以表面水溫之年變化分為熱帶湖（周年水溫 4°C 以上）寒帶湖（周年水溫 4°C 以下）及溫帶湖（最高水溫 4°C 以上，最低水溫 4°C 以下）三種。在日本國北九州以北的湖大部份為溫帶湖。經調查之溫帶湖狀況如下。

1、湖的環境要素

1. 水溫 湖水的水溫昇高係經吸收（副射）熱、相反的、消耗湖水的熱是，由于湖面的對流或者渦動所起而向大氣中散熱、蒸發，這些均在湖的表層發生。水的熱傳導率（0.0015）非常小，而湖深層水的熱主要是由對流或者渦動從表面傳達。深層水的散（放）熱亦同樣理由

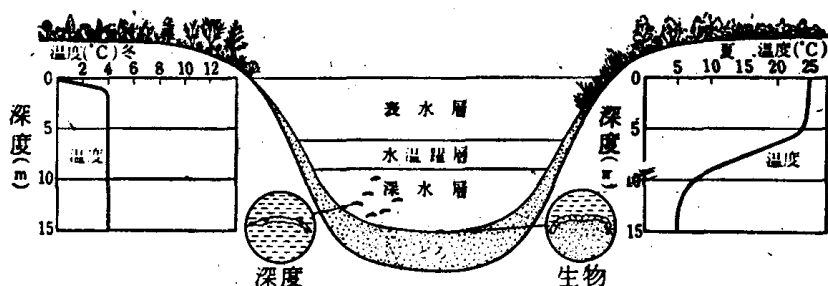


圖 1-4 北方溫帶湖的溫度成層

，因對流，渦動而發生。湖水隨著水溫的變化，在湖中垂直的循環，或者停滯者，而且這些現象有如下季節的周期性。

(1)夏季停滯期(4~8月)表面水溫由 4°C 達到周年最高水溫的期間，其水溫為表層高，深層低。如此水溫之垂直分佈為正列成層。下層的水因密度大所以會停滯。

(2)夏季部份循環期(8~11月)從周年的最高水溫被冷卻與夏季湖底水溫($>4^{\circ}\text{C}$)同溫度的期間。際著氣溫愈降對流即達深層，而循環層愈厚。但是底層還是停滯著。

(3)秋季全循環期(11~12月)由秋季的最高湖底水溫($>4^{\circ}\text{C}$)被冷卻到 4°C 的期間。深層水溫 4°C 左右的深湖就這個期間較短。湖水以全層循環。

(4)冬季停滯期(12~1月)表面水溫由 4°C 降低到冬季最低水溫的期間，此期間的水溫係上層低，下層高。如此的水溫分佈稱為逆列成層，因水的密度愈下層愈大，所以湖水會停滯。

(5)冬季部份循環期，表層水溫被溫至與湖底水溫同溫度的期間，而底層還在停滯。

(6)春季全循環期，因對流，最低湖底水溫升高到 4°C 的期間而全層的湖水在循環。

夏季的水溫為如上述形成正列成層，大部份水溫的鉛直傾變不一，而以其深度有差異。約在5~20公尺，深度水溫即急激下降。這水溫之急變的層稱為躍層。躍層不但是水溫，水質亦會變化，因此躍層亦可稱為變水層。躍層之水溫的鉛直傾度大約每1公尺為 2°C 而雖少，但有時亦會達每1公尺為 $5\sim 10^{\circ}\text{C}$ 。躍層為對流，渦動顯著的會降弱的界限。渦動大的湖或者風力強的湖，其躍層的位置比小湖或者小陰地方的湖為深。躍層面到水面稱為表水層，水溫的鉛直傾度不大，大部份成為等溫。夜間的降冷或者蒸發表層會引起對流。所以表層的水就混合成為等溫。躍層的下方稱為深水層，而水溫傾度減少，深湖之深層水溫降至 4°C 左右。冬季的水溫成層不如夏季顯著，又於結冰湖及不結冰湖其水溫之成層狀況有差別，寒冷地域不容易結冰之湖，其深水層甚低溫，反而在短期間能結冰者不成對流，故深水層之水溫度，保持 4°C

左右。

2. 透明度、水色

(1)透明度 爲測定湖水中的光度其方法雖很多，但一般所使用者，爲透明度及水色。透明度係水澄清光線易於投視之意，按一般均用透明盤度（爲紀念創作者之名又稱 Secke 盤）即將此直徑 30 公分的白色圓型盤沉在水中而到看不見程度用（M）表示。淺湖沼之光線測定不適用故均使用較小型者，透明度主要爲水中之植物性浮游生物或微細的懸濁物之多寡而支配，植物性浮游生物或微細的粘土較多者其透明度不及 2 公尺，但澄清而較深者其透明度達 20 公尺。按一般情形而言，靠近山間或大型的湖其透明度大，反而平地爲小。透明度隨季節會變化。此係植物性浮游生物的季節變化或懸濁量的變化而支配。大型湖之沿岸帶經常由湖岸及湖底將懸濁物流沖，故湖岸較中心爲不透明。

(2)水色 由船上或湖岸遙望湖水時湖水具有特殊之水色這係各種波長之光線被湖水所吸收而發生之。

透明度與水色兩者具有某些關連，靠近山間之湖水多爲藍色、平地之混濁湖水多爲黃色。但山間湖也有植物性浮游生物較多之湖，類似與平地湖呈爲黃色。含有腐蝕質之湖水色呈爲褐色或黑褐色，又浮游生物異常繁殖者呈爲特殊之水色。水色可作爲判斷湖中之浮游生物之生存量及適宜生物之種類的參考。

3. 水質（pH） 湖水的水質概近於中性（pH 7）大概爲 pH 6.0 ~ 9.0。植物性浮游生物較多之湖或水草繁茂之湖的表層水，白天營運光合作用故呈爲強鹼性，夜間光合作用較弱故呈爲弱鹼性或微鹼性。植物較少的湖其 pH 的周日變化較小。就 pH 之周年變化言，湖水的循環期之上下層之 pH 均相同，但在停滯期上層呈爲鹼性，下層呈爲微酸性，因係植物性浮游生物較少或有機物之腐敗所致。

如硫酸、無機酸較多之湖沼或河川呈爲強酸性，又濕地區或泥炭地區可窺其由腐蝕質所引起酸性化的湖沼。酸性化的水域之生物之生存自應受其限制，即只耐酸性較強之（鯉科）魚類（Uguí）鹹魚 *Leuciscus haconensis* Gunther 可棲息。

4. 溶存氧氣 溶存於湖沼的氧氣係由空中之氧氣溶存或植物性浮

游生物或者水草類之光合作用而放出之，消費氧氣主要對象為動物之呼吸或有機物之酸化所營運之。

淡水中的溶存氧量比較少，普通 5~10 cc/L 左右故湖沼中的動物有時易欠氧氣而造成不良效果，澄清的溶存氧量在湖沼中較平均分佈于全層在深層其飽和度有時達百分之九十九以上。另一方面營養較豐富的湖沼，自躍層附近急激減少至深層有時欠氧氣甚至於完全無氧氣。

溶存氧量的周年變化：在湖水的循環期自湖沼表面至深層尚無異差，在停滯期時生成層而深層之氧氣甚少。

5. 硫磺氫 靠近海岸之汽水湖（淡水、鹹水混合稍帶鹹性）底質帶

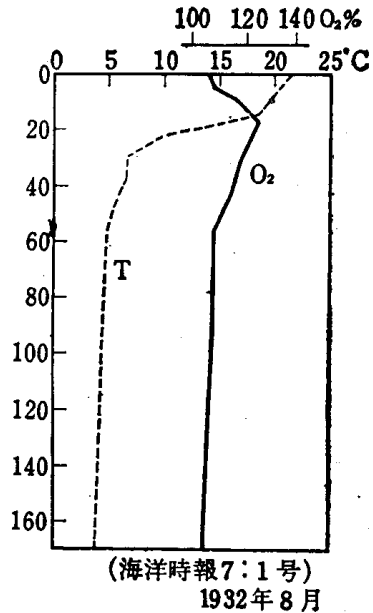


圖 1-5 於洞庭湖酸素、氧氣成層

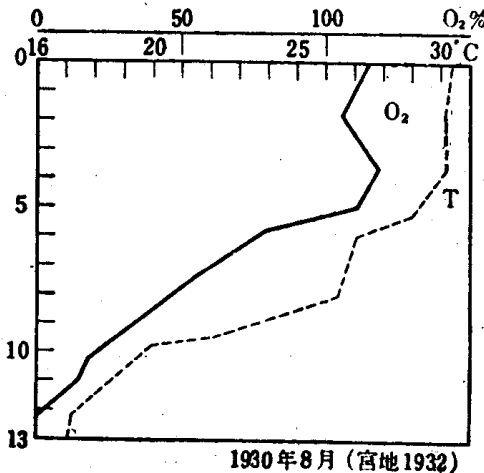


圖 1-6 於余吳湖酸素、氧氣成層

有黑色而有時擴散硫化氫。這時底層已發生硫化氫而欠氧氣。在硫化氫較多場所除有紅赤色之硫磺細菌以外並無其他生物存在。

6. **一氧化碳** 植物性浮游生物或者水草之光合作用重要之瓦斯，設如超過時反而對於動物之呼吸有害。

7. **營養鹽類** 植物性浮游生物經常直接或間接被動物性浮游生物或魚類及其他大型動物利用，植物性浮游生物如陸上之牧草，施放的肥料即如水中之營養鹽類。

營養鹽類分有氮(N)化合物、磷酸鹽、硅酸鹽等。植物為需求營養分自各種之鹽類以一定之比例之下而利用，其中如欠某一種時多放他種之鹽類並無法繁殖植物。

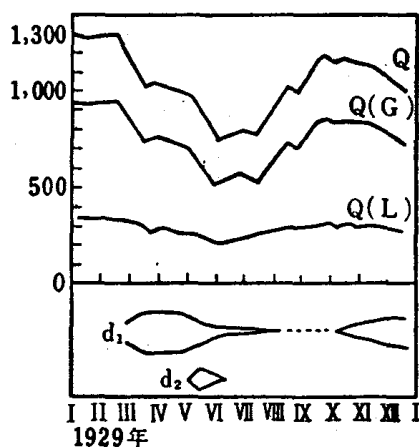


圖 1-7 湖水中之硅酸鹽年變化及硅藻之關係

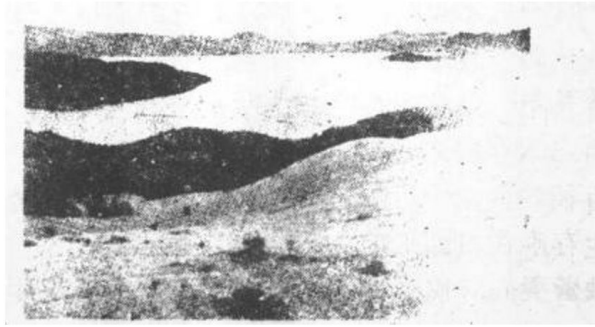
Q: 氧量, Q(G): 營養生成層之硅酸鹽量, Q(L): 營養分解層之硅酸鹽量, d₁, d₂: 他項硅藻類

日本之湖沼多富於硅酸鹽，含有 10 ~ 50 mg/L 所以不足此項之鹽類並無限制硅藻類之繁殖。限制淡水中之植物性浮游生物之繁殖係磷酸鹽或氮化合物。

含有氮 0.2 ~ 0.3 mg/L，磷約 0.02 mg/L 以上之水，謂富營養，以下者謂為貧營養。

3. 湖沼的分類

1. **貧營養湖** 植物之營養源的鹽類之溶存量較少者稱為營養湖，植物性浮游生物之繁殖較弱者無法形成水花，其水色為青藍色或草綠色，透明度較大即為 15 ~ 20 m，有機物較少，故在停滯期中深水層之溶存氧量之消耗不顯著。普通飽和度 50 % 以上者較多，又深水層並無



1-8 ■ 屈斜路湖

欠氧現象，故與底棲生物棲息有需充份供應氧氣之狹酸性生物之動物存在。因此其生產量較少但種類為多。

貧營養湖多在山間，水澄清且為低溫故適宜於養殖與虹鱒與姬鱒等之冷水性魚類。

2. 富營養湖 營養鹽類越多植物性浮游生物越繁殖，因此往往形成水花（俗稱水較肥之意）在水中很多的懸濁物及浮游生物存在故透明度較小，其中不及 2 m 亦有，水色呈為綠色，黃綠色或者褐綠色，在此湖岸繁殖有草 (Yoshi) 腳白筍 (Macomo) 等，湖水中之有機性的懸濁物沉在深層，經腐敗分解後消耗深水層之溶存氧氣，故有時呈為欠氧狀態，因此夏季停滯期之溶存氧量之成層曲線與水溫稍為成平行與貧營養湖成為顯著之對象，如此欠少氧氣故底棲動物應限耐氧氣之種類，但其數量有時非常多，棲息魚類有溫水性之鯽魚等。

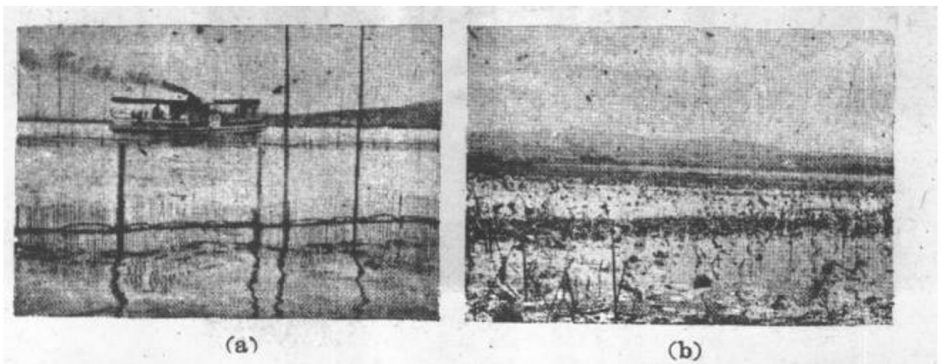


圖 1-9 琵琶湖 (a) 巨棕池 (b)

富營養湖爲營養分供應較豐富之土地，例如被耕地而圍繞之平地即關東平野山陰地方及北陸地方之沿海之湖沼大部爲富營養湖，山間之湖沼又受水地區較廣，且營養分之多量傾流者往往爲富營養湖。

3. 酸營養湖 含有多量之無機酸故呈爲強酸性，日本之強酸性湖沼係營養鹽類之溶存量不一定很小，但不適應養殖之特種成份過多存在，如此一般看植物性浮游生物之發生極少。動物性浮游生物，底棲生物，魚類等之生存應由其酸性度之強弱而支配。

4. 腐蝕營養湖 腐蝕營養湖：多在泥炭地區水中溶存較多之腐蝕質，故水色呈爲黃褐色而分有營養鹽類非常少者及不遜於富營養湖而溶存較多者二種。

如後者似有多量之腐蝕質而阻止生物之發育，因此植物性浮游生物甚少。反之動物性浮游生物尤其甲殼類有時繁殖很多。因爲水中腐蝕質之分解作用在湖水停滯期中時常發生溶存氧量之減少又底棲動物之種類及數量均甚少。

第三節 池 沼

池沼(埤)較湖爲小型，水深1~5 m程度而沿岸植物繁茂於全面水域。池沼(埤)之生態狀況，生物之種類多半類似與湖岸水域，但實

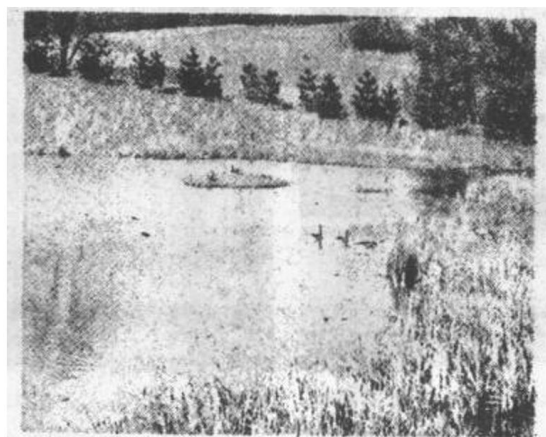


圖 1-10 沿岸有根植物繁茂之池沼

表 1-1 各月平均水溫變化之一例

	中禪寺 湖 (1918)		愛知縣渥美町養魚場 (1955, 下午3時)	
	氣 溫 (°C)	水 溫 (°C)	氣 溫 (°C)	水 溫 (°C)
1 月	-7.8	3.2	7.1	7.5
2 月	-5.9	2.1	6.7	7.2
3 月	-1.8	2.2	11.4	18.9
4 月	3.6	3.5	17.0	12.7
5 月	8.3	6.0	20.2	28.7
6 月	12.8	12.0	26.2	26.8
7 月	18.9	20.1	29.0	30.1
8 月	17.9	21.7	30.8	32.2
9 月	14.4	19.3	26.8	27.2
10 月	8.6	14.5	21.1	21.7
11 月	2.6	10.0	15.2	16.4
12 月	-3.1	5.9	8.2	8.4

際上沼(埤)謂在自然狀況下之上記水域，池係謂以人工開墾並施設者，可將池水完全排乾。按一般情形言之池沼型態甚小，水深較淺故水溫易受氣溫支配因此呈為顯著之季節變化及日周變化。

水溫之高低直接關係魚類之新陳代謝，在其魚類之生活適溫範圍內，高水溫易於成長，按池沼之生產而言，在放養魚種之適溫範圍內水溫越高生產越多。即能繼續長期間維持高水溫暖地區之池沼，其養殖之溫水性魚類，長期間能攝餌故易於成長，反之周年較低溫即 20°C 以上之高水溫時間較短之池沼對於溫水魚類之成長不甚適應，但對於冷水性魚類之養殖尚適宜，如此高水溫之長期繼續與否，為養魚上甚為重要，因池沼(埤)日光照射量較大，故水中植物或植物性浮游生物易於繁殖所以溶存氧量較豐富，植物繁殖過多，或者魚類放養較密者，依據日光之照射氧氣量之變化大，且時時刻刻在變化，大概最高在下午 2~4 時，夜