

# 施放化肥魚池的化學及生物學的研究

(1) 桃園魚殖處魚池及埔里鎮鯉魚潭的初步調查

廖文光 林正男

## 一、引言

桃園榮民魚殖處，在農復會的補助下，自民國五十四年起，在其所經營的一百多口魚池中（桃園大圳灌溉用水池），選出十六口做為試放化肥的示範，結果良好。現該處已決定擴大試放化肥至七十餘口池。此外南投縣埔里鎮農會亦自今年度起，由農復會補助試放化肥於鯉魚潭，以求增加魚產。

臺灣省水產試驗所，得美國洛氏基金及農復會的補助，正計劃配合上述各淡水魚池的施放化肥計劃，從事基礎的化學及生物學的研究。其目的，在於分析各魚池的水質及各類浮游生物的消長，以確定施放化肥對魚池本身及魚產的關係，做為今後施肥的參考。

本文所報告的，是今年二月間我們在桃園各魚池及埔里鎮鯉魚潭所做的初步調查結果。此次調查的目的有二：①先概略地了解各池的化學及生物學狀況，做為擬定今後詳細研究計劃的參考；②在各池施肥做一次調查，以便與施肥後的調查做一比較。

此次所調查的桃園魚池，只有四口，即2012, 5017, 8004及8019號池。另為與鯉魚潭比較，亦順便調查了日月潭。各地於調查時均未開始施肥。桃園各地均剛清池後二個月左右。鯉魚潭正值枯水期。鯉魚潭中央有一堤防將其隔為A（外）B（內）兩池。堤的一端雖設有水門，但在枯水期兩地的水互不相通。各池的面積、地點及其他資料見下表。

第1表 各調查池概況（桃園魚殖處及南投縣政府資料）

池 號	地 點	面 積 (公頃)	55年總施肥量 (過磷酸鈣kg)	總魚產量 (kg)		單位產量 (kg/ha)		備 註
				54 年	55 年	54 年	55 年	
2012	八角店	8.88	987	8,013	6,632	902.4	746.8	蓄水池
5017	大園	6.32	1,404	8,172	7,848	1,293.1	1241.9	"
8004	新坡	7.77	3,453	2,170	3,013	279.3	387.7	"
8019	崙坪	9.40	5,222	2,295	3,018	244.2	321.0	"
鯉魚潭	埔里	19.27	—	—	—	—	—	天然池

## 二、方法

### (一) 水樣及浮游生物的採集

水樣的採取，每一池至少分三次行之。即出水口、入水口及池中央或最深處。出入水口僅採表層水，中央或最深處則自表面至池底每隔半公尺，以北原式B號中層採水器（一公升容量）採取。所採得的水樣均立刻注入550cc的塑膠瓶中，携至岸邊，做完若干必須立刻測定的項目如pH、溶存氧量等後，運回實驗室再進行其他項目的測定。但因每次採取的水樣甚多，無法於短時期內做完所有測定，故水樣於携回實驗室後，大多立即存於冰櫃中，以免水中有機質腐爛而引起水質的變化。

浮游生物的採集，通常與水同時進行，採集法是：將一附有重錘的浮游生物網（口徑20公分，網長50公分，25號篩絹網布）沉入水底，然後徐徐斜向拉至水面。此種採集法雖無法做正確的定量研究，但如每次採集時的拉網距離及速度能保持一定，則亦能做粗略的定量比較。每次採集所得的浮游生物標本均立即固定於約5%的福馬林液中。

## (二) 物理性狀的觀察

(1)水溫 表面水溫直接以水溫計量度；深層水溫則先以採水器取水後，倒入塑膠瓶中，再立刻插入水中溫計度量之。

(2)透明度 (Transparency) 以直徑25公分，銅製的透明度板 (Secchi disc) 測量。方法是將該板垂直放入水中，至消失時記錄其深度，然後同該板向上拉至重現時，又記錄其深度。該二深度的平均值是透明度。

(3)電導度 (Conductivity) 以日本東亞電波工業株式會社出品CM-3M型的電導度計測定。

## (三) 水質的分析

(1)硝酸鹽—氮 ( $\text{NO}_2-\text{N}$ ) 利用Hydrazine將 $\text{NO}_3^-$ 還原為 $\text{NO}_2^-$ ，再加 Sulphanilamide 及 N-(1-Naphthyl)-Ethylenediamine使與 $\text{NO}_2^-$ 形成紅色之Azodye，然後以分光比色法來定量。

(2)磷酸鹽—磷 ( $\text{PO}_4-\text{P}$ ) 加酸性Molybdate於試水中，使與 $\text{PO}_4^{3-}$ 形成 Phosphomolybdate 錯鹽，再以 $\text{SnCl}_2$ 將該錯鹽還原為藍色的Molybdenum blue，然後比色定量之。

(3)矽酸 ( $\text{SiO}_2$ ) 加Molybdate於試水中，使與 $\text{SiO}_2$ 形成Silicomolybdate 錯鹽，再以Oxalic acid 將該錯鹽還原為藍色的Molybdenum blue，然後比色定量之。

以上三種化學成分的比色定量，均使用Beckman Du分光比色計。測定時所使用的波長分別為543m $\mu$ ，700m $\mu$ 及810m $\mu$ ；所使用的Slit 則分別為04mm，004mm及04mm。關於詳細的分析步驟，可參閱Strickland and Parsons (1960及American public Health Association 1961)。

(4)氯化物 (Chlorides)以Conway microdiffusion technigue (Long 1961) 測定。但本次測定所使用的並非標準的Conway unit，而是以特製的直徑約10公分之寬邊培養皿，內放二個大小不同的較小培養皿做為代用品。大皿代替標準Conway unit 的外室，小皿代替其內室。測定時將5cc 試水注入大皿中，使與酸性高錳酸鉀作用而產生氯氣，發生的氯氣即擴散入置於小皿中之碘化鉀溶液而將碘游離。(寬邊培養皿上以玻蓋密封、防止氯氣逃逸)，加入試藥後約放置5小時，然後取出小皿，以硫酸鈉滴定之。每次測定試水均先經過濾。且同一試水均同時做五至六次重複測定，然後取其平均值，及求其標準誤差。

(5)溶存氧氣 (Dissolved oxygen) 鯉魚潭所採水樣以標準Winkler 法定量；其他各地的均在現場以HACH水質分析箱測定。

(6)pH值，總硬度 (Total hardness)，總鹼度 (Total alkalinity)，碳酸鈣 ( $\text{CaCO}_3$ ) 及碳酸鎂 ( $\text{MgCO}_3$ ) 等的定量：是使用HACH水質分析箱 (Model DR-EL)。碳酸鎂的含量為總硬度減去碳酸鈣含量所得的值。

## (四) 浮游生物的組成分析

此次調查中，浮游生物的分析，因受採集法的限制，僅能做各種浮游生物組成的分析，而無法做進一步的定量研究。各大類浮游生物個體數的計算法是，先將整個浮游生物標本，放入稀釋瓶中，視浮游生物量的多寡稀釋至200至300cc；經充分攪拌均勻後，以唧筒式吸管吸取2cc樣品，置於低倍 (32或4倍) 雙目鏡下計數。求各種 (Species) 的百分比時，則另抽取1cc的樣品於入Sedgwick-Rafter 計數盤中，加蓋玻片後置於高倍鏡 (通常100倍以上) 下計數。但為節省時間，並未計數 盤中各種浮游生物的個數，而僅計數五個以上不同視野中的個體數 (如植物性浮游生物)，或從計數盤的一端至另一端往返計數3至5次 (如動物性浮游生物)。最後根據實際計算的總個體數，配合各大類的百分比即可求得各種在總浮游生物樣中所佔的百分比。稀少種類往往不能在上述方法下被發現，因此必須檢查全計數盤，以免遺漏。

浮游生物數目的計數，動物性的是以個體為單位；植物性的如為絲狀藻 (Filamentous algae) 則以絲 (Filament)，如為團藻 (Colonial algae) 則以團 (Colony)，單胞藻 (Unicellular algae) 則以細胞為單位。絲狀藻的長短以及團藻中細胞的數目，本應加以規定，但由於本次所採標本中



第4表 各池湖之化學分析 (括弧內之數字係檢定次數)

單位除pH和電導數外均係 ppm

	池						號
	2012	5017	8004	8019	魚 潭		
					A	B	
pH	7.8 (4)	7.6 (1)	8.3 (1)	8.0 (1)	7.1 (6)	7.5 (5)	8.4 (8)
Dissolved oxygen	11 (4)	13 (8)	10 (5)	10 (6)	7.83 (5)	7.30 (5)	7 (8)
Total alkalinity as Ca CO <sub>3</sub>	120 (1)	44 (1)	132 (1)	118 (1)	33 (1)		228 (1)
Total hardness (Ca, Mg)	115.0 (4)	90.0 (1)	120.0 (1)	130.0 (1)	18.0 (6)	18.5 (5)	185.3 (3)
Ca CO <sub>3</sub>	67.5 (4)	30.0 (1)	40.0 (1)	60.0 (1)	10.2 (6)	10.8 (5)	122.0 (6)
Mg CO <sub>3</sub>	47.5	60.0	80.0	70.0	7.8	7.6	63.3
Chlorides	14.10± 1.96 (6)	25.62± 2.61 (5)	5.55± 0.53 (5)	5.60 ± 0.62 (5)	2.80± 0.67 (5)		3.85 ± 0.61 (5)
Phosphorus (PO <sub>4</sub> - P)	0.052 (1)	0.044± 0.009 (3)	0.354 (1)	0.047 (1)	0.046± 0.010 (3)	0.185± 0.059 (4)	0.032± 0.011 (8)
Nitrate N	0.040± 0.006 (6)	0.115± 0.031 (8)	0.018± 0.003 (4)	0.019± 0.004 (8)	0.044± 0.009 (6)	0.058± 0.008 (5)	0.059± 0.012 (3)
Silica (SiO <sub>2</sub> )	3.272± 0.307 (6)	1.312± 0.191 (8)	4.929± 0.239 (4)	5.386± 0.467 (8)	5.168± 0.576 (5)	6.062± 0.633 (5)	6.827± 0.180 (3)
Conductivity (μ O/cm, 20°C)	319 (1)	282 (1)	228 (1)	273 (1)	73 (1)	73 (1)	382 (1)

第5表 池及潭中之浮游生物 (R=少; +=有; ++=多; +++=更多)

Species	百 分 數 %						
	2012	5017	8019	8004	鯉 魚 潭		日 月 潭
					A	B	
I. Zooplankton	32.5	60.1	32.5	27.0	43.5	9.0	93.1
I. Rotifera	9.0	54.4	16.1	9.2	3.2	6.5	23.3
Keratella cochlearis	3.9	37.5	10.8	7.1	1.5	2.8	3.1
K. valga var. tropica	0.3	5.0	—	—	—	R	3.9

<i>K. valga</i> var. <i>asymmetrica</i>	1.0	1.7	—	0.1	—	—	—
<i>K. valga</i> var. <i>valga</i>	—	0.8	—	—	—	—	—
<i>K. valga</i> var. <i>monostrosa</i>	—	—	0.4	0.1	—	—	—
<i>K. quadrata</i> var. <i>franzeli</i>	—	0.3	—	—	—	—	—
<i>Brachionus forficula</i>	0.1	—	—	—	—	—	—
<i>B. quadridentatus</i>	—	—	—	R	—	—	—
<i>B. diversicornis</i>	0.4	0.5	—	—	—	—	—
<i>B. calyciflorus</i> var. <i>amphiceros</i>	R	—	—	—	—	—	—
<i>Polyarthra trigla</i>	1.4	7.0	4.7	1.2	0.6	0.5	2.0
<i>Asplanchna</i> spp.	0.6	1.1	0.1	0.4	—	—	14.0
<i>Trichocera capucina</i>	R	—	—	—	0.9	0.9	0.1
<i>Filinia longisetia</i>	1.2	0.5	0.1	0.1	0.3	2.2	0.1
<i>Lecane</i> sp.	—	—	—	0.1	—	—	—
<i>Monostyla</i> spp.	—	—	—	0.1	—	—	—
2. Cladocera	0.1	1.8	0.2	0.1	0.1	0.4	0.2
<i>Daphnia pulex</i>	+	++++	+	—	—	—	—
<i>Bosmina longirostris</i>	—	+++	++	+	—	—	++
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> var. <i>leuchtenbergianum</i>	++	++	—	—	++	++	+
<i>Scapholeberis mucronata</i>	—	+	—	—	—	—	—
<i>Alona quadrangularis</i>	+	—	—	—	+	+	—
3. Copepoda and Nauplius	0.3	3.8	1.3	0.2	1.2	0.9	4.4
4. Flagellata	23.1	—	14.9	12.5	39.0	1.2	65.2
<i>Certium hirundinella</i>	—	—	+	+	++	++	++
<i>Peridinium</i> sp.	—	—	—	—	+	+	+
<i>Dinobryon</i> sp.	+	—	++	++	—	—	—
II. Phytoplankton	67.5	39.9	67.5	78.0	56.5	91.0	6.9
1. Chlorophyceae (Green algae)	35.1	1.4	43.2	51.5	3.1	16.0	2.3
<i>Pediastrum</i>	35.1	—	43.2	51.5	R	1.0	R
<i>Scenedesmus</i>	—	1.4	—	—	—	—	—
<i>Asterionidium</i>	R	—	—	—	—	—	—
<i>Cosmarium</i>	—	—	—	—	1.6	—	—
<i>Golenkinia</i>	R	—	—	—	1.5	—	—

Coelastrum	—	—	—	—	—	15.0	1.1
Staurastrum	R	—	—	—	R	—	1.2
Spirogyra	—	R	—	—	—	—	—
2. Cyanophyceae ( Blue-green alge )	5.3	1.4	0.6	1.4	51.8	62.7	2.3
Microcystis	—	—	—	—	34.5	31.4	1.2
Oscillatoria	5.3	1.4	0.6	1.4	—	—	R
Lyngbya	—	—	—	—	15.7	26.3	1.1
spirulina	—	—	—	—	1.6	2.0	—
Chroococcus	—	—	—	—	—	—	R
3. Bacillariophyceae ( Diatoms )	27.1	37.2	23.7	26.0	1.6	12.1	2.3
Melosira	23.3	37.2	17.2	22.0	1.6	11.1	2.3
Nitzschia	R	—	—	—	R	R	—
Cymbella	—	—	—	—	—	—	R
Pinnularia	—	—	—	—	—	—	R
Navicula	R	R	—	—	R	R	—
Diatoma	—	—	2.4	R	—	—	—
Synedra	3.8	R	4.1	4.0	R	1.0	—

#### 四、討 論

##### (一) 物理及化學因素

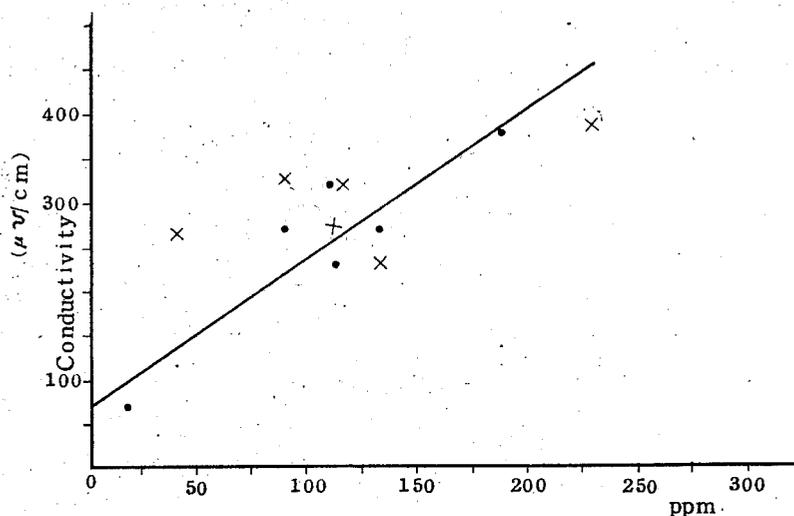
透明度的大小與測定時間、天氣、池水中懸浮的物質及浮游的物質含量有密切的關係。如果把測得的透明度第2表與所觀察到的各池的浮游生物產量做一比較；可以發現在這次調查中，浮游生物的產量一項對透明度的影響似較為重要。浮游生物量多的池子如2012池，鯉魚潭A池及5017池等的透明度均較小；浮游生物量較少的池子如8019，8004二池的透明度則較大；日月潭的浮游生物量最少；故其透明度最大。

表面水溫與底層水溫的差異，桃園各地較日月潭及鯉魚潭為大（第3表）。據Harada（1942）的調查報告，日月潭的表面及底層水溫的差異，在氣溫低時較小。因此在冬季（約從十一月至二月）表面與底層水溫差最小，春季約自三月起漸大，到夏季則相差最大。此次調查所得結果，日月潭表面水溫與十四公尺深的水溫僅相差一度，這可能是受天雨表面水溫下降的影響。

溶存氧氣各池含量不一（第4表）。以日月潭所含7ppm最少，5017號池含量達13ppm為最高。普通的淡水湖水中溶存氧氣在5至10ppm之間（西條，1962），因此各調查池中的溶氧氣量並不缺乏，對池中動物性浮游生物不致成爲一限制因子（Limiting factor）。

pH以鯉魚潭A池為最低，屬中性；其他各池均稍偏鹼性，其中以日月潭的8.4為最高（第4表）。pH值的大小與所測得的總鹼度略成正比。此外，pH值的周日變化則與植物性浮游生物量的多寡以及其光合作用的旺盛與否有關。植物性浮游生物行光合作用時消耗水中溶存的二氧化碳，而使pH值增高。

總鹼度、總硬度及氯化物的含量與電導度略成正比例的關係(第4表)。其中尤以總鹼度及總硬度的高低與電導度間的正比例關係為明顯(第1圖)。



第1圖 電導度和硬度及鹼度之關係

氯化物的含量以最靠近海岸的5017號池為最多，達25.62 ppm。距海最遠的日月潭及鯉魚潭為最少，僅為3.85及280 ppm。此種池中氯化物含量因距海遠近而異的情形與 Bayly (1964) 調查澳洲沿岸各湖的氯化物含量的結果及下表所舉資料 (Hatchinson, 1969, p544) 頗為相符。

距海, Km	0.1	1-2	5-10	50	100	500	1000	2000
池中氯化物含量, ppm	70-700	15-30	0-13	4-9	3-5	1-2	0.5-1.5	<0.3

海洋對於沿海湖水化學成分的影響在於海水中所含的氯化物、鎂以及硫等物質，可經由大氣及雨水溶於湖水中。因此距海愈近的湖水中，這些物質的含量通常也愈多。但比較桃園四個池水氯化物及鎂的含量可發現，這兩種水質在各該池水中的含量，除受距海遠近的影響外，水源及流經地區的土質等因素亦頗為重要。因為在同一支線上的8004及8019兩池，雖然其距海一遠一近，但氯化物及碳酸鎂的含量却相差無幾；而另一支線上的2013池雖較8019池距海為近，但其所含的氯化物却幾為其三倍。

可溶性無機磷 (Soluble phosphate phosphorus) 亦即磷酸鹽一磷的含量，除0004號池及鯉魚潭B池特別高外，其他各池的含量均在0.032至0.032 ppm之間，各池相差不多(第4表)。據西條(1962)所列舉吉村(1941)的調查資料，一般淡水湖中溶存的總磷量在0.005至0.5 ppm間，其中可溶性磷約為0.0005至0.05 ppm 可溶性磷平均約佔總磷量的10% (Hutchinson, 1957)。又據Qhe(1934) (Hutchinson, 1957)的調查，德國北部各湖中可溶性磷的含量甚高，平均達0.047 ppm。桃園各池及鯉魚潭在本次調查時雖尚未施放磷肥(過磷酸鈣)，但其含磷量與這些數字比較已相當高，這可能與這些池子歷年施放水肥及化肥有關。

硝酸鹽氮的含量，以5017號池為最多(0.132 ppm)；其他各池的含量在0.018至0.059 ppm間，其中以8004及8009為最少(第4表)。這種含量如與美國Wisconsin州各湖中的含氮量(平均為0.032至0.090 ppm) (Hatchinson, 1957) 相較，則略為低些。

矽酸的含量，各池的差異較大(第4表)最低者為5017號池(1.312 ppm)，最高者為日月潭(6.827 ppm)。但各地的含量均在一般淡水湖矽酸的含量範圍內——即1至48 ppm(西條, 1962; Hatchinson 1957)。各池中矽酸含量的多寡與矽藻產量的多寡有密切的關係。矽藻多的池子矽酸的含量必較少，如5017及2012號池；矽藻少的池子其矽酸的含量必較高，如日月潭。

第4表所列各地磷酸鹽磷，硝酸鹽氮及矽酸的含量為每池中各不同點或不同水層所採水樣測定結果

的平均值。其標準誤差 (Standard error) 均甚大，各池間的差異亦大。三者依次為20-34%，14-26%及3-15%。如果人為的誤差一定，則這樣大的標準誤差，可以說是三種物質在同一池中各不同點含的量不同所引起的。換言之，即該三種物質在各池中的含量有水平的及垂直的差異。

鯉魚潭A，B兩池原為一池，築堤後始隔為兩池。現今B池的pH值及所含的化學物質均較A池略高，這可能是因為兩地間的堤防有滯留各種化學物質於B池的作用。

日月潭築壩前後的水質相差甚大。築壩後pH值及其他化學物質普遍增高。此由右表即可看出 (表中過去的資料均根據Harada 1933及1942的調查)。

	築壩前 (1929.5.25)	築壩後 1938.3月	後 1967.2月底
pH	6.4-6.8	—	8.4
PO- P, ppm	— 0.007	0.007	0.032
NO <sub>3</sub> -N, ppm	— 0.169	0.169	0.059
SiO <sub>2</sub> , ppm	— 6.75	6.75各水層平均	6.827
Total hardness, ppm	46.5 161.1	161.1	185.3
Cl -ppm	— 1.42	1.42	2.85
CaCO <sub>3</sub> , ppm	— 118.1	118.1	122.0

## (二) 浮游生物

### 1. 動物性浮游生物

動物性浮游生物中，以輪蟲類 (Rotifera)，枝角類 (Cladocera) 及橈腳類 (Copepoda) 為主要種類，其中輪蟲類尤為重要。綜合過去的研究 (Ueno, 1935a 1935b ; 1938a, 1938b 1938c ; Harada, 1933 1942 ; Kiefer, 1938)，臺灣的輪蟲類一共有30種及4變種，枝角類有28種，橈腳類則共有23種 3變種。這三種動物性浮游生物，出現的種類及產量因季節及地方不同而有很大的差異。在此次調查中，輪蟲類一共有13種及9變種 (第5表)，為動物性浮游生物中最重要的一類。其中以 *Keratella Cochlearis* 一種最為普遍，各池均有出現，除日月潭外，其百分率均佔輪蟲類的第一位。*Kcochleris* 有四變種出現於各池中，*Kc var tecta* *Kc var irregularis*, *Kc var hispida* *Kc var macrooan ha* 但這些變種在各池中出現的比例不一。桃園各池中以 *K.c. var irregularis* 最為普遍，*Kc var tecta* 次之，其他各變種則甚少。鯉魚潭則以 *Kc. var tecta* 為主，其他各變種除 *Kca var irregularis* 偶而出現外，均未發現。日月潭的情形與鯉魚潭相勳，*K.c. var irregularis* 遠較 *K var. tecta* 為多。日月潭中輪蟲類的優勢種為 *Asplenohra spp* (大都為 *A nriodnta*)，其次為 *K. valga*，再次才為 *K. cochlearis*。除 *K cochlearis* 外，另有二種即 *Plyarthra trigras* *Filinia longiseta* 亦普遍出現於每一池中。

枝角類種類及量均不多，一共只有5種。各池中以5017號池為最多，有4種。

橈腳類以5017及日月潭較多。其他各池均少出現，種類也少，以 *Monglodiaptomus formosanu* 及 *Paracyclops sitiseiensis* 為主。

原生動物中的鞭毛類 (Flagellata) 除5017池外，其他各地均有出現，但種類不同。2012池僅有 *Dinobryon sp* 一種，8004及8019二池有 *Dinobryon sp* 及 *Ceratium hirundinella* 兩種，鯉魚潭及日月潭則均有 *Ceratium hirundinella* 及 *Peridinium sp.* 兩種，且均為動物性浮游生物中的最優勢種，但無 *Dinobryon sp*。出現於各池的各種動物性浮游生物，過去均有紀錄。

### 2. 植物性浮游生物

植物性浮游生物中分布最廣者為矽藻類的 *Melosira*，各池均有出現，且其所佔比例均甚高，為2012，5019，及8004等池優勢種類之一。矽藻類之 *Synedra* 各池亦均有出現，但其量甚少，分布次廣的為綠藻類之 *Pediastrum*，除5017號池外，均有出現，且為2012，8019，8004各池的優勢種。藍

藻類的 *Oscillatoria* 除鯉魚潭外，餘均有發現，但所佔百分比都很低。為鯉魚潭優勢種的藍藻類 *Microcystis* 及 *Lyngbya*，在其他各池均未發現。綠藻類的 *Spirogyra* 僅出現於 2012 及 5017 兩池，量均甚少。其他 *Scenedesmus* 僅見於 5017 一池，*Coelastrum*，*Spirulina* 僅見於鯉魚潭，均為較稀少的種類。日月潭的植物性浮游生物量甚少，且各出現種類所佔比例差不多，並無優勢種出現的現象。

比較第 4 表的水質分析結果與第 5 表的浮游生物組成，可以發現各池出現的浮游生物種類及產量與水質有密切的關係，8004 及 8019 兩池的水源來自石門水庫，且屬同一支線，故其水質較為接近，浮游生物組成亦極相近。2012 及 5017 兩池的水雖也來自石門水庫，但因流經的地域不同，故其水質與浮游生物組成與 8004，8019 兩池略有差異。鯉魚潭及日月潭則因其地理位置與水源和桃園各池迥然不同，故其水質及浮游生物組成與桃園各池有顯著的不同。

## 五、結 論

根據以上物理、化學及生物等因素的分析，再參照一般湖沼的分類（西條，1962），這次所調查的桃園各魚池、鯉魚潭及日月潭均屬富營養湖（*Eurytrophic lake*），池水中所含的化學物質，尤其是磷的含量，相當豐富。但如要增加魚產，則仍需施肥，因為各池水中現有的各種化學物質的含量，雖然不致限制各類浮游生物的發生，但欲其大量繁殖以供魚食，則若干化學物質如磷、矽等含量仍需增加。譬如根據 Chu (1933) (Hutchinson, 1957) 的實驗結果，綠藻類的 *Pediastrum borranum* 及 *Staurastrum paradoxum* 在有足夠的氮（硝酸鹽）的供應下，繁殖最好時所需的磷酸鹽磷的最低含量為 0.089 ppm；矽藻類的 *Nitzschia palea* 則需 0.018 ppm，但現在桃園各池及鯉魚潭的含磷量則大多不及此數，似不足以促使這些藻類大量繁殖。不過施肥也不能過量，因為有些化學成分的含量太高時，對浮游生物的繁殖是有害的。譬如對上述二種綠藻及矽藻而言，如果含磷量超過 17.8 ppm 及 8.9 ppm，則非但無法繼續繁殖，且有生長低降的現象。

綜合上述各點，可知魚池的施肥是必要的。但肥料的種類及施肥量的決定，應以池水的水質與浮游生物的調查為依據，歷年的魚產量僅可做粗略的參考。

## 六、謝 辭

本調查報告之能順利完成，全靠下面各機關及各位先生的協助，我們在此謹向他們申致謝意。

農復會漁業組給予經費上的協助；省水產試驗所竹北分所予我們行政上的方便；桃園榮民魚殖處、南投縣政府及埔里鎮農會等單位予我們至各魚池調查的方便及協助。

臺大漁業生物試驗所童逸修先生及動物系羅憲加、高銘雄諸先生，不但參加鯉魚潭的現場調查工作，並協助部份水質分析，植物系江有龍副教授指導完成氯化物的分析。

## 七、參考文獻

- Bayl. I. A. E. 1964. Chemical and biological studies on some acidic lakes of East Australian sandy coastal lowlands. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, 15: 56-72.
- Harada, I. 1933. Zur Biologie des Zooplanktons im Zitugetutan (See Candidius) (Studien über die Süsswasser-Fauna Formosas II.) *Mem. Fac. Sci. Taihoku Imp. Univ.* 7 (2): 31-139. .... 1952. Limnologische Studien auf dem "Zitugetu-Tan". *Mem. Fac. Sci. Agr. Taihoku Imp. Univ.* 31(1). Zoology No. 16, 163p.
- Hutchinson, G. E. 1957. A treatise on limnology. Vol. I. Geography, Physics, and Chemistry. John Wiley, N.Y.
- Kiefer, K. 1938. Freilebende Ruderfusskrebse (Crustacea Conenoda) von Formosa. *Bull. Biogeoogr. Soc. Japan*, 8(3): 35-73.

- Long, C. ed. 1961. *Biobhemists Handbook*.
- Mizuno, T. 1964. *Illustrations of the freshwater plankton of Japan*. Hoikusha, Osaka.
- Strickland, J.D.H. and T.R. Parsons 1960. *A manual of sea water analysis*. Fisheries Research Board of Canada Bulletin No. 185p.
- Ueno, M. 1935a. Inland water fauna of Formosa II. Cladocera(1).  
Trans. NatHist. Soc. Formosa. 25 (144) : 293-299.
- .....1935b. Inland water fauna of Formosa III. Rotatoria; *ibid* 25 (144) : 300-307.
- .....1938a. Rotatoria of Formosan Lakes. *Annot. Zool. Japon.*, 17(2) : 134-143.
- .....1938b. Cladocera Formosa. *Bull. Biogeogr. Soc. Japan*, 8 (8) : 121-131.
- .....1938c. Inland water fauna of Taiwan (Formosa). A zoogeographical sketch based chiefly on the microfauna. *ibid*, 8 (12) : 161-176.
- welch, P. S. 1948. *Limnological methods*. Blakiston Co., Toronto.
- 西條八束 1962. 湖沼調査法。