

水上的吉普賽人——浮萍

高小組生物科第三名

台北縣保長國民小學

作者：吳淑宜、徐冠如
蘇葳蕾、許永慧
指導教師：張秀卿、王玉華



一、研究動機

假日郊遊，在路邊水池發現好多浮萍。爸爸說：浮萍繁殖快，我們小時候常撈來餵鴨子，爸爸接著感慨說：我們小時候河水是清澈的，田間水溝到處撈得到鯉魚、泥鰍、螃蟹……可是自從工商發達，工業廢水、家庭污水到處亂流，農夫也改用化學肥料和殺草劑。現在連生命力強悍的浮萍都不容易看到了，更何況是魚蝦呢？因此引起我們研究浮萍的好奇心。

二、研究目的

- (一)了解浮萍本身生物特性。
- (二)影響浮萍生長的因素有哪些？
- (三)能不能從浮萍生長的情形，來了解我們的水質環境？

三、研究設備器材（略）

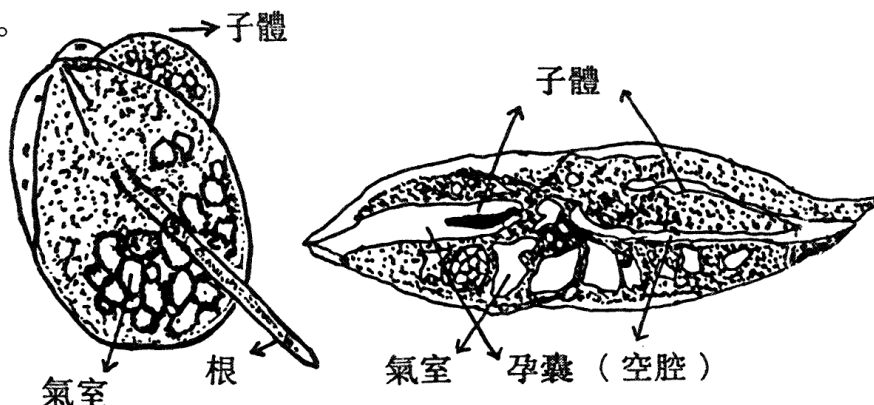
四、研究過程及方法

(一)浮萍本身特性的觀察

1. 浮萍的外表觀察

(1)每個浮萍在葉腹中間略近孕囊處長有一根，為淡綠色，成熟浮萍根長可至 10~12 公分。

(2)葉狀體長約 4 公釐，在葉基處、左右各有一孕囊、子體由此出生。(我們定義長小萍的一端為葉基。將葉基靠近觀察者，定義左右方向，顯微鏡下可見有相當發達的氣室。靠近孕囊處的橫切面，可見一大一小兩子體孕育中。



(3)浮萍有一定的生長秩序。一般是：



每個浮萍都是右側子體優先長出來。

(4)據鄭元春先生所著臺灣常見的野花所述。本實驗為一青萍。

(5)自然課本第十一冊八頁圖 2-5 應修正。葉上畫脈紋容易誤導等同樹葉的葉脈組織；根的畫法給人一個浮萍長三條根的錯覺；兩組圖都是左側子體較右側大，在生長秩序上是錯誤的。另一組以右子的生長情形看，左子應仍在母體中孕育。

2. 傷害浮萍的根對它有影響嗎？

(1)ㄅ、甲組——挑出尚未長出子體的健康小萍 30 棵，自來水培養於燈光箱中。每日記錄生長情形。

ㄆ、乙 A——方法同甲，但在取樣時切根尖。

ㄏ、乙 B——切除根部 $\frac{1}{2}$ 。乙 C——根全切除。

甲（清水）觀察記錄表

形態	數目	日期													
		12/29	12/30	12/31	1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	1/10	1/11
○	1	30	20	1	1										
⊙	1.5		10	4	1	1	1	1	1				1		
⊗	2			18	18	14	2	2	2	2	2			1	
⊕	2.5	採		7	10	6	10	4	4	4	2	3	2	1	1
⊖	3					4	8	6	6	7	7	8	9	8	9
⊗	3.5	樣				4	8	16	16	16	15	13	13	13	8
⊕	4										1	2	2	3	5
⊖	4.5										1	2	2	3	6
○	0.5				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
⊗	0										1	1	1	1	1

(2)資料處理

ㄅ、生長總數量：我們定義長根小萍為 1 棵，較小的為 0.5 棵，⊗表半衰為 0.5；⊗表死亡為 0，因此第 3 天(1/1)為：

$$(1 \times 1) + (1.5 \times 1) + (2 \times 18) + (2.5 \times 10) + (0.5 \times 1) = 64 \text{ 棵}$$

用此方法可畫生長曲線圖。

ㄆ、長出第一胎小萍需要多久？

在○與⊙之間畫甲線。第一天(12/30)有 10 棵跨過此線，表示有 10 棵只花一天就長出第一胎。第二天共有 4+18+7=29 棵跨線，29-10=19 表示有 19 棵花了兩天長出第一胎，因此前 25 棵生出首胎平均所需天數是： $[(1 \times 10) + (2 \times 15)] \div 25 = 1.6$ 天

ㄏ、在⊙與⊗之間畫乙線，同法可求出第二胎所需的時間。上面兩數據愈小，表示生長速率愈快。

ㄏ、同樣方法可算出平均壽命。

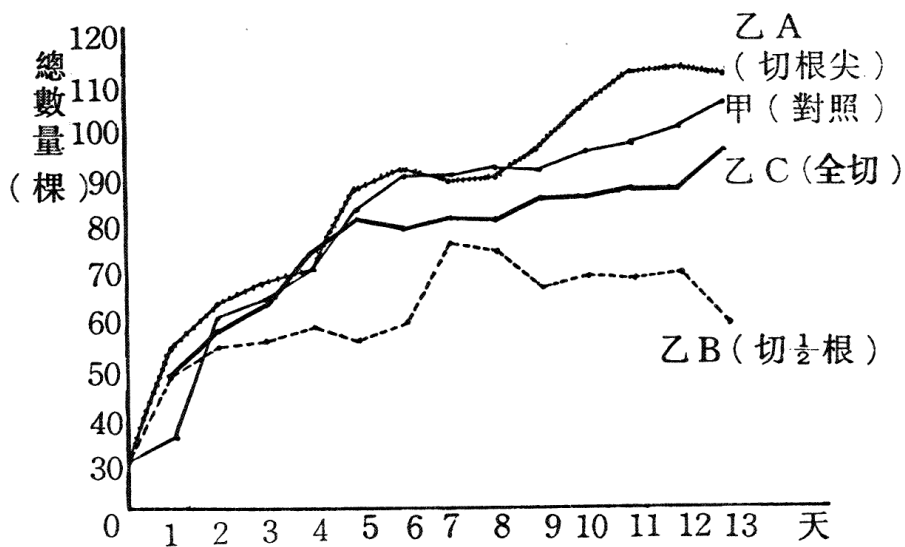
(3)結果：

生長總數表

組別	天數													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
甲	30	35	60.5	64	70.5	83	90	90	91.5	91.5	94.5	96.5	100	105
乙 A	30	53.5	63	67.5	70.5	87	91	89	90	95.5	104	111.5	112	111
乙 B	30	47.5	54.5	55.5	58.5	55.5	59.5	76	74.5	67	69	69	69.5	59
乙 C	30	48	58	63.5	73.5	81.5	79.5	81	80.5	85	86.5	87	87	95

組別	項目		
	第一胎 (前 25 棵)	第二胎 (前 20 棵)	死亡數 (13 天以後)
甲	平均 1.6 天	平均 3.45 天	1 棵
乙 A	平均 1 天	平均 1.8 天	5 棵
乙 B	平均 1 天	平均 3.95 天	9 棵
乙 C	平均 1 天	平均 2.85 天	6 棵

(4)討論：切根以後，各組根仍能繼續生長加長。從數據和曲線圖可知：切根對浮萍傷害不大，也沒有傷害愈大，生長愈差的規律性。



3. 葉片傷害對浮萍有影響嗎？

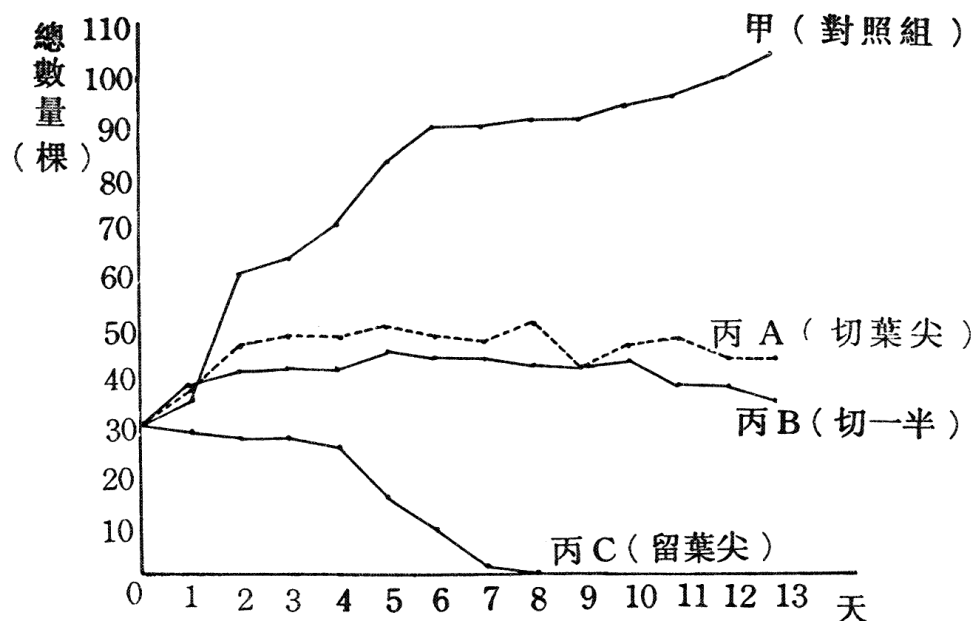
(1)丙 A 組——同甲組但切除葉尖。

丙 B 組——同上，切除一半，保留葉基。

丙 C 組——同丙 B，但保留葉尖。

(2)結果：

組別 \ 數據 \ 項目	第一胎	第二胎	死亡前 14 棵	13 天以後
	前 20 棵平均	前 13 棵平均	平均壽命	死亡數量
甲 (對照)	1.5 天	2.7 天		1 棵
丙 A (切葉尖)	1.3 天	5.0 天	8.4 天	14 棵
丙 B (切一半)	1.7 天	8.0 天	8.0 天	15 棵
丙 C (去葉基)			4.5 天	30 棵



(3)討論：葉片傷害各組都無法再生復原。切葉片只要不傷害生小萍處，都能長出健康小萍。葉片傷害對於浮萍繁殖和本身壽命有相當大的打擊，而且合乎傷害愈大生長愈差的規律性，可知葉對浮萍相當重要，又以葉基最為重要。

4. 浮萍的早產兒能活嗎？

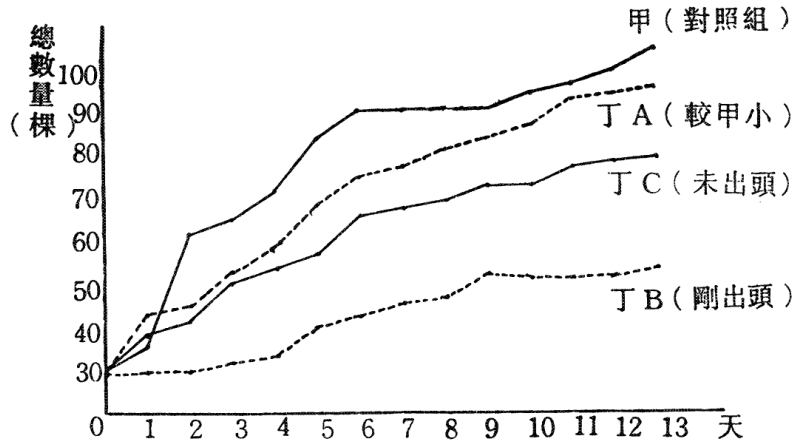
(1)丁 A——同甲組，但較小。

丁 B——取剛冒出頭的小萍。

丁 C——取尚在母體內的小萍（葉長約 1 公釐）

(2)結果：

組別 \ 數據 \ 項目	第一胎	第二胎	13 天以後
	前 25 棵平均	前 20 棵平均	死亡數量
甲 (對照)	1.6 天	3.45 天	1 棵
丁 A	1.36 天	5.3 天	0 棵
丁 B	5.0 天	13.6 天	5 棵
丁 C	1.48 天	6.55 天	5 棵



(3)討論：丁 C 第一胎 1.48 天，它不需長大到 3 公釐左右才能生子體，有早熟現象。早產兒第一胎較對照組早，但是第二胎有明顯遲緩現象。從資料可知早產兒相當獨立，能生存且正常繁殖。常見母體死亡數天後肚子中的子體仍然能夠由針點般綠點逐漸長大。

5. 挑除子體以後的母體能再生小萍嗎？

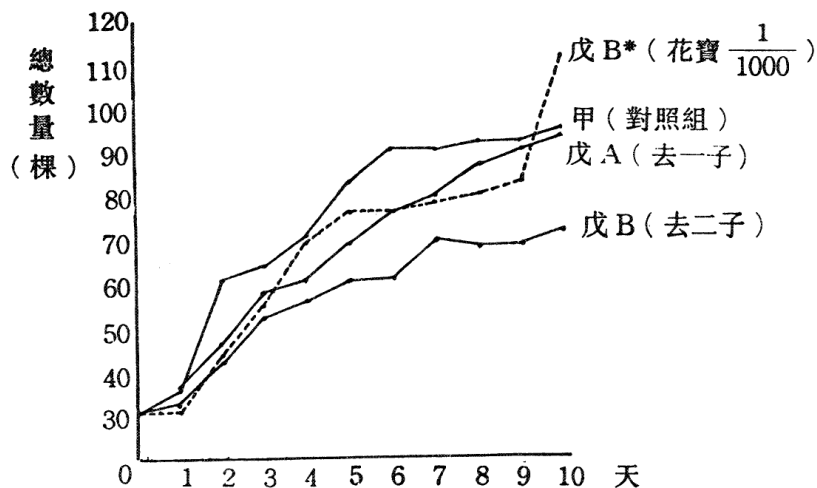
(1)戊 A——挑選第一胎剛冒出頭的浮萍，挑除子體，培養母體。

戊 B——挑選第二胎剛冒出頭的浮萍，挑除兩子體培養母體。

戊 B*——同戊 B，但用花寶 $\frac{1}{1000}$ 濃度溶液培養。

(二)結果：

組別	項目 數據	第一胎	第二胎	10 天以後 死亡數量
		前 25 棵平均	前 20 棵平均	
甲 (對照)		1.6 天	3.45 天	1 棵
戊 A (去一子)		1.56 天	4.3 天	1 棵
戊 B (去二子)		1.96 天	6.75 天	1 棵
戊 B* (去二子)		2.12 天	3.55 天	11 棵

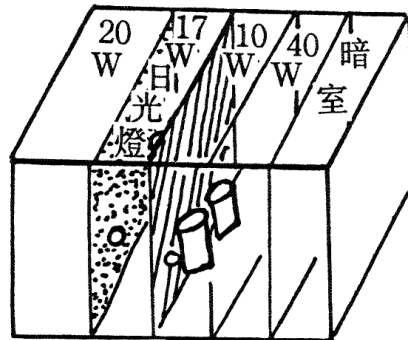


(3)討論：生長的好壞，正好符合挑除愈少生長愈好，以及母體愈年老，生長愈遲緩的規律性。從戊 B 和戊 B* 的第二胎時間可知，補充營養有助母體活力，促進生殖。連續挑除子體直到母體死亡為止，曾發現有能夠長到 9 胎的記錄。

(二)影響浮萍生長的因素有哪些？

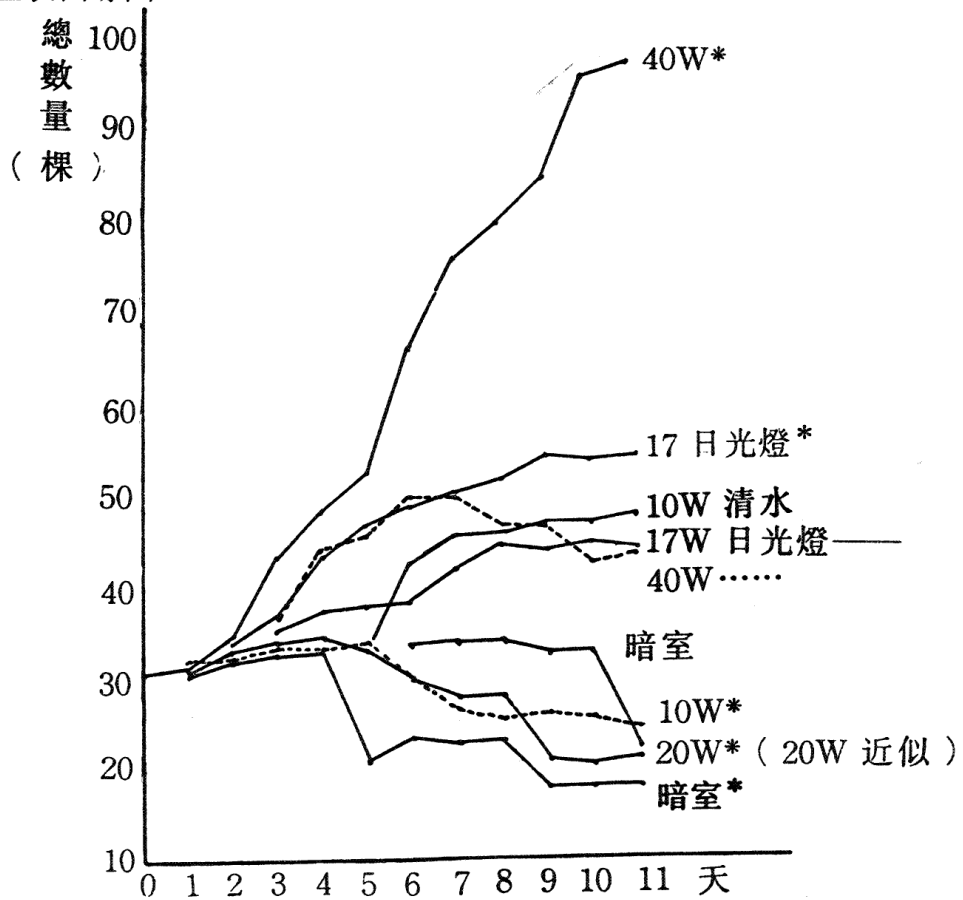
1. 光線

(1)如圖製作燈光控制箱，用隔板隔成五格，錯開燈泡位置，並在隔板上挖洞，使溫度較為均衡。每分隔放入一杯清水，一杯花寶 $\frac{1}{1000}$ 溶液，培養小萍。



水溫 25°C 28°C 28°C 28°C 25°C

(2)結果：生長曲線圖

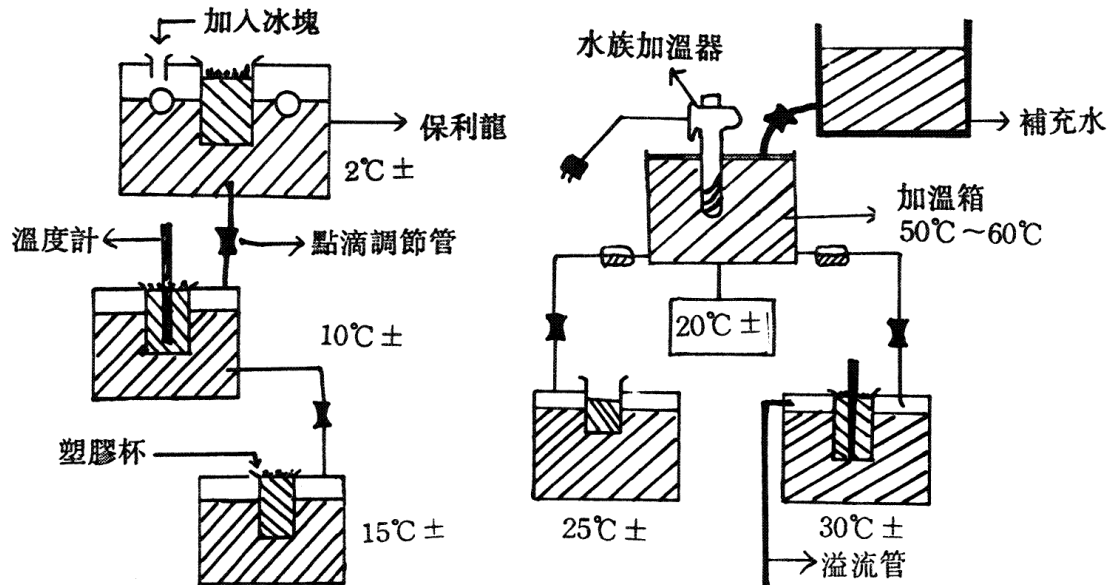


* 表示花寶 $\frac{1}{1000}$ 溶液

(3)討論：假如 10W 清水的資料不看，我們可以說：和其他綠色植物一樣，浮萍也喜歡光線充足的環境。光線不足時生長受抑制，長期會造成死亡。即使是添加肥料，光線不足時，仍然無法發揮效用。

2. 溫度

(1)利用保麗龍蛋糕盒子製作溫度控制箱。如附圖。

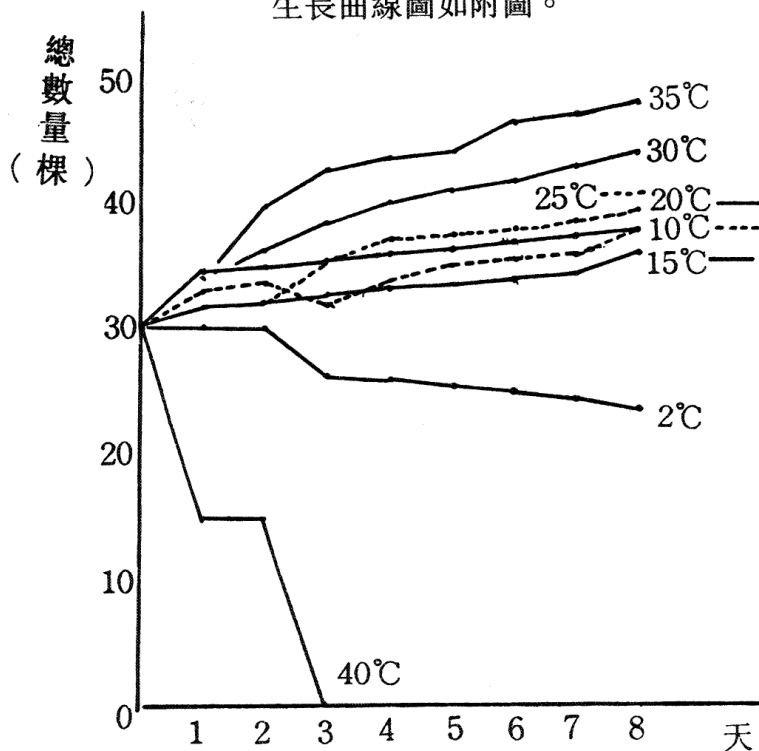


40°C 以及 35°C 由水族加溫器直接控制。

20°C ; 25°C ; 30°C 利用點滴調節熱水流量控制。低溫系統則加入冰塊。

(2)結果：各項溫度 $\pm 2^\circ\text{C}$ 。

生長曲線圖如附圖。



(3)討論：40℃放入半小時以後顏色變暗，3天以後全部死亡。2℃顏色變暗，葉上有水珠凝聚，8天以後將半衰小萍，移入水溫30℃燈光箱中，顏色漸漸恢復翠綠，隔天生出第一胎。推想低溫的傷害主要是凍結生理作用，逐漸衰竭，不像高溫的傷害，立即而無法挽救。在40℃以下，有溫度愈高生長愈好的趨勢。

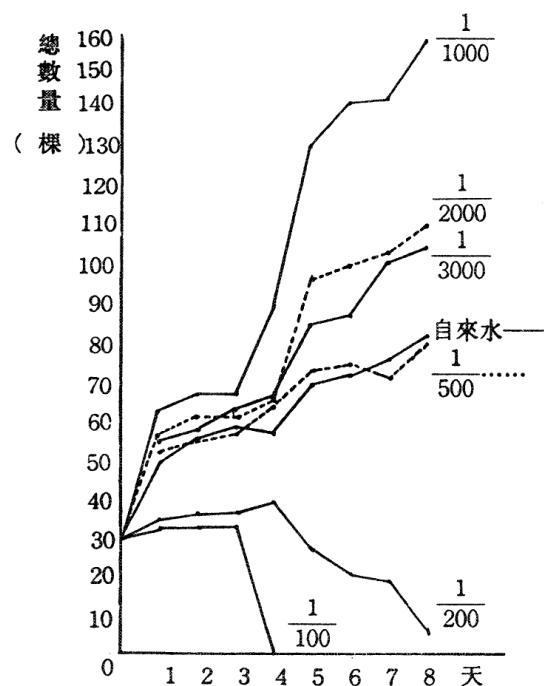
3. 水質

(1)肥料：加肥料浮萍長得好嗎？愈多愈好嗎？

ㄅ、用花寶3號5克溶於500cc自來水中登記為 $\frac{1}{100}$ 濃度。用此溶液稀釋出 $\frac{1}{200}$ ； $\frac{1}{500}$ ； $\frac{1}{1000}$ ； $\frac{1}{2000}$ ； $\frac{1}{3000}$ 濃度，各水樣取200cc養小萍。

ㄆ、結果：

組別	項目 數據	第一胎	第二胎	8天以後	壽命
		前25棵平均	前20棵平均	死亡數	死亡前23棵
自來水		1天	3.4天	2	
花寶 $\frac{1}{100}$				30	3.87天
$\frac{1}{200}$				23	6.87天
$\frac{1}{500}$		1天	3.7天	4	
$\frac{1}{1000}$		1天	1.45天	0	
$\frac{1}{2000}$		1天	2.05天	0	
$\frac{1}{3000}$		1天	2.3天	6	



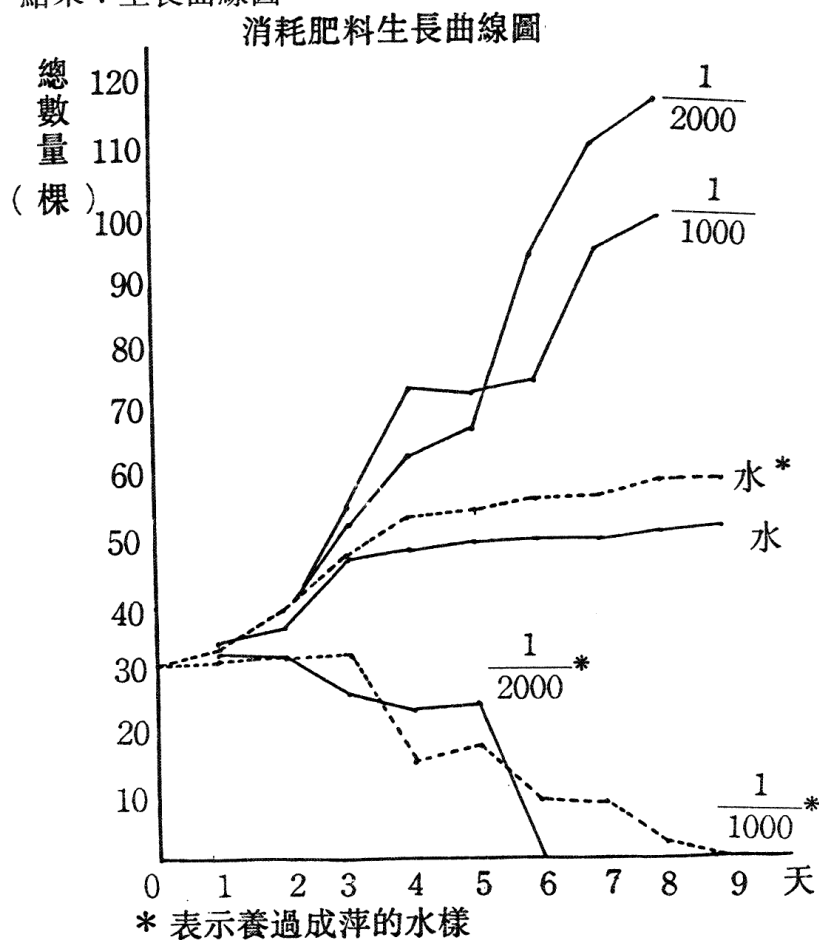
□、討論：

花寶培養的浮萍，繁殖迅速，葉片較大肥厚且較綠，繼續培養葉子會滲出綠色色素將水染綠。花寶 $\frac{1}{100}$ ； $\frac{1}{200}$ 濃度死亡狀況是白化，但是中間出現一個黑色圓點。從數據可知以 $\frac{1}{1000}$ 為最佳濃度，濃度太高造成傷害；濃度愈淡，效果漸降。

[問題] 浮萍會消耗肥料嗎？

ㄅ、泡花寶 $\frac{1}{1000}$ ； $\frac{1}{2000}$ 的溶液。等量各分為兩組。一組鋪滿成熟浮萍；一組不養。同法再做一組自來水為對照組。經過 4~5 天以後分別取 200cc 水樣培養小萍。

ㄆ、結果：生長曲線圖



□、討論：花寶溶液為淡藍色，養過浮萍的水樣呈淡黃色。由圖形可見呈現兩極化，我們推想，養過浮萍的花寶溶液中帶有毒素，對小萍有相當強的殺傷力。但這種情形並沒有發生在自來水中。這種現象或許可以說明水質「優養化」所將導致的不良結果。

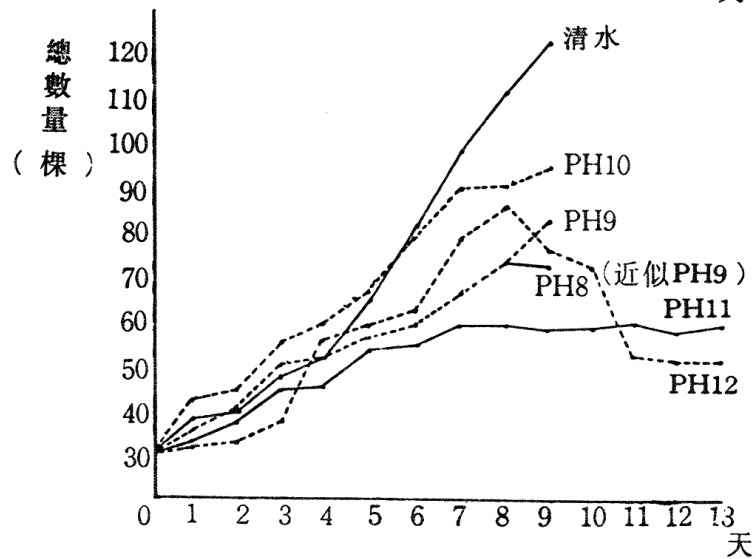
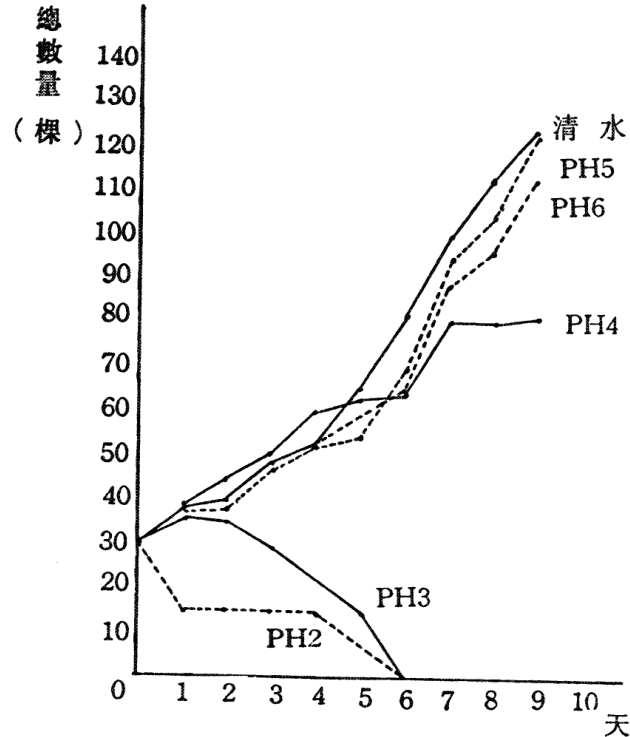
(2) 酸鹼度：。

[測試] 將不同濃度的酸鹼溶液加入成萍。發現：PH1 的鹽酸溶液，在 30

分鐘內白化死亡。PH2 變黃隔天死亡。PH13 顏色變暗，葉上有褐色水珠凝聚，隔天死亡。PH12 一兩天內無明顯變化。

ㄎ、取氫氧化鈉 4 克，溶於 1 升水中，為 PH13 溶液。將此稀釋 10 倍為 PH12；連續稀釋泡製 PH11；PH10；PH9；PH8。取 0.1M 鹽酸為 PH1；同法稀釋出各種濃度。將上述溶液各取 200cc 培養小萍。

ㄎ、結果：生長曲線圖



ㄏ、討論：從圖形可知 PH4 以下酸性濃度愈高，對浮萍傷害愈大。PH4 以上已不大有影響，並無酸性愈淡生長愈好的規律性。PH11、PH12 可見生長受抑制，但是不像 PH2、PH3 有立即的殺傷力

，可見浮萍對鹼性的忍耐度較大。PH10 以下的鹼性環境已不大有傷害，其下濃度也沒有鹼性愈淡生長愈好的規律性

[問題]浮萍能不能改善高酸鹼度的水質？

ㄅ、泡製 PH3 及 PH12 的溶液，分為兩組，一組鋪滿浮萍；一組不養，4~5 日以後，各取 20cc 作酸鹼滴定。

ㄆ、結果：PH3 不養浮萍水樣滴入 3~4 滴甲基紅 (PH4.2~PH6.2 紅 ↔ 黃) 變成紅色，用滴管滴入 45 滴 PH11 氫氧化鈉溶液，才變成淡黃色；養浮萍的水樣呈淡黃色，滴入甲基紅未變色，可見酸性已降低。PH12 不養浮萍水樣滴入 3~4 滴酚酞 (PH8.5~PH10 無 ↔ 紅) 呈紫紅色，滴入 33 滴 PH₂ 鹽酸溶液，才變無色；養浮萍水樣呈淡黃色，滴入酚酞不變色，可知鹼性也已大為降低。

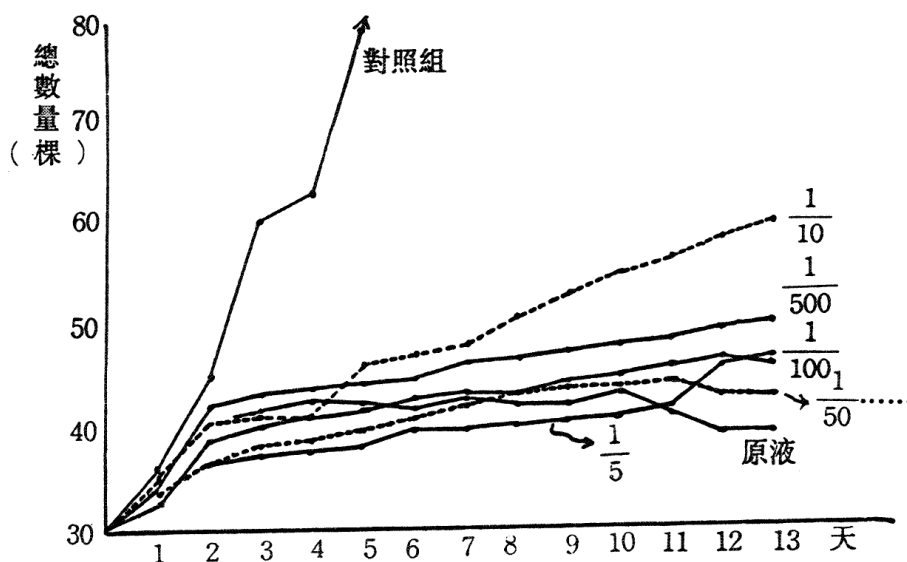
(3)軟硬度：浮萍在高硬度水中長得好嗎？

ㄅ、①將 1 克碳酸鈣溶於 800cc 水中，滴入鹽酸使碳酸鈣溶解，直到澄清。加熱至沸騰趕走二氧化碳，加入約十滴甲基紅結果呈紅色，加入氫氧化鈉溶液，直到酸性降低，甲基紅呈現淡黃色。加入清水直到 1000cc 的標線，當作硬度原液。

②將原液稀釋成 $\frac{1}{5}$ ； $\frac{1}{10}$ ； $\frac{1}{100}$ ； $\frac{1}{500}$ 濃度，各取 200cc 養小萍。

③同上原液泡製步驟，但不加碳酸鈣；做為對照組。

ㄆ、結果：生長曲線圖



ㄇ、討論：本實驗各組僅出現半衰，沒有死亡，可知硬度高並不會對浮萍有立即致命的傷害，但是所有濃度都有生長遲緩的現象。除 $\frac{1}{10}$ 濃度外，稍可見濃度愈淡，生長較好的規律性，但是差異相當小。

也找不到像酸鹼有一個明顯的濃度界線。

[問題] 浮萍能軟化硬水嗎？

- ㄅ、將 $\frac{1}{5}$ 硬度原液的硬水，分為有養與不養兩組，經過 4~5 天，分別取 20cc 水樣，用肥皂水（20 克鉀肥皂溶於 1 升 70% 酒精）測試硬度。
- ㄆ、結果：不養浮萍的水樣共耗 10cc 肥皂水才起泡；養過浮萍的水樣耗廢 5cc 起泡，可見得硬度已降低許多。

(4) 殺草劑：

- ㄅ、泡製殺草劑（年年春——嘉磷塞異丙胺鹽）各種濃度養小萍。
- ㄆ、結果： $\frac{1}{100}$ ； $\frac{1}{500}$ ； $\frac{1}{1000}$ 濃度第一天全死。 $\frac{1}{2000}$ ； $\frac{1}{5000}$ ； $\frac{1}{10000}$ 第二天全死，可知殺草劑對小萍有快速的致命效果。

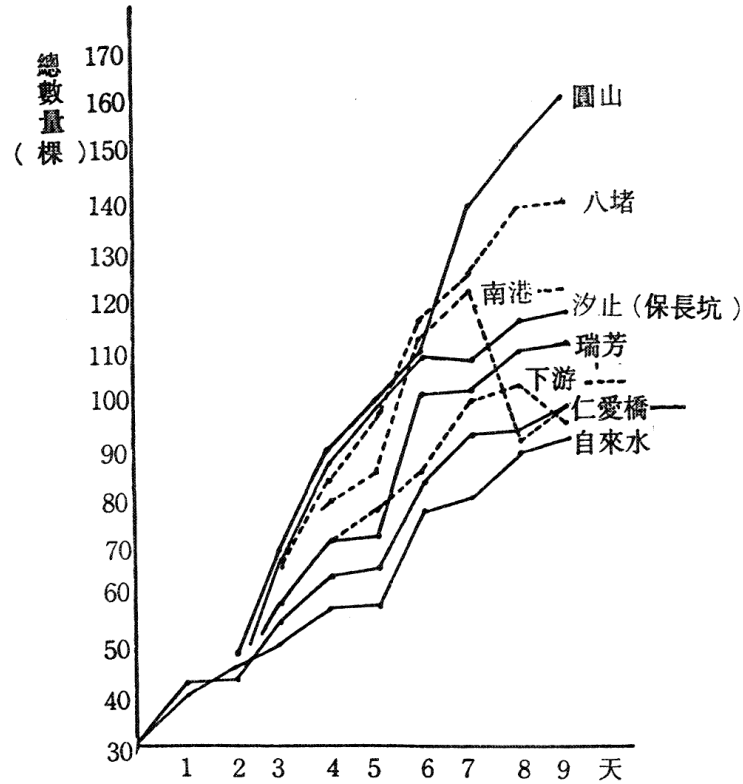
[問題] 浮萍能不能吸收殺草劑，降低有毒物質？

- ㄅ、泡製 $\frac{1}{10000}$ 的殺草劑溶液，一組鋪滿浮萍；一組不養。4~5 天以後，各取等水量養 16 條小魚。
- ㄆ、結果：1 月 29 日 13 時 55 分放入小魚。不養浮萍的一組當日 16 時 5 分死亡 5 條；16 時 35 分死亡 6 條；17 時死亡 5 條，每條魚的平均壽命為 2 小時 38 分。養過浮萍的一組，在 1 月 30 日 9 時 30 分死一條，直到 2 月 2 日結束觀察 15 條小魚仍然沒死，可知浮萍能有效吸收殺草劑的毒素。

(三) 我們的水質環境

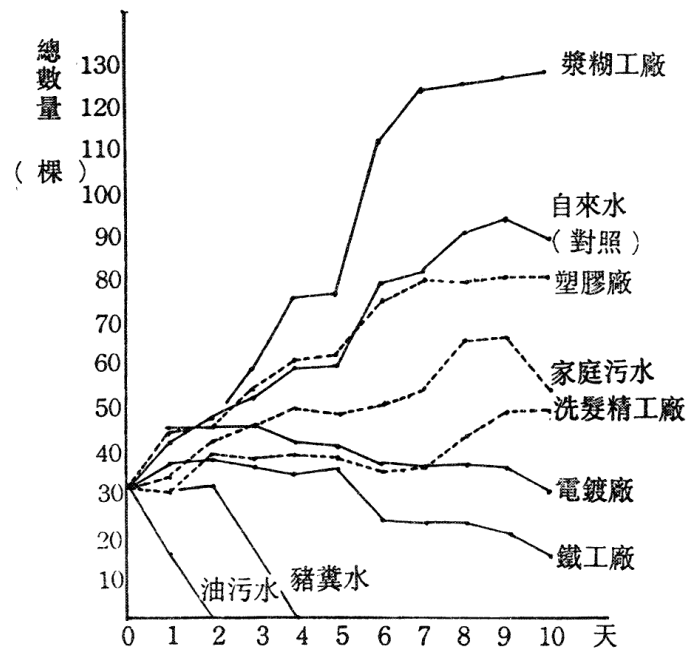
1. 基隆河的心事浮萍知道嗎？

- (1) 取基隆河各河段的水樣培養小萍。
- (2) 結果：取基隆河支流上游仁愛橋的水，代替基隆河的源頭水樣。經簡易測試各河段水樣酸鹼度皆屬中性，硬度除南港較高外，各河段都比自來水低。
- (3) 討論：依肉眼直觀河水污染程度，由清至濁為：仁愛橋→瑞芳→保長坑→八堵→南港→圓山→下游。由生長曲線看，下游距關渡 1.5 公里，可能因為潮汐影響，河水鹽份較高，不利小萍生長。若忽略南港段第七天不明原因的陡降外，剛好合乎河水污染愈嚴重，浮萍生長愈良好的規律性。圓山段的浮萍肥厚且綠，正如花寶溶液培養的情形一樣，我們推想該是基隆河愈下游有機質含量愈高的關係。



2. 各種水質的污染源

(1) 蒐集各種工業廢水；家庭污水培養小萍。在 200cc 清水中滴入 1 小滴機車行廢機油為油污水；並且模擬洗衣服時洗衣粉的濃度，加入觀察。



(2) 結果：洗衣粉水的曲線與油污水相同。

(3) 討論：我們可以用乾淨的水質（自來水或仁愛橋）的浮萍生長曲線作為標準。水樣生長曲線比標準愈低，對浮萍傷害愈大，也代表對水中生態

傷害愈大。水樣生長曲線高過標準曲線，表示水中營養成份過高，容易造成「優養化」也同樣是對水質的污染。

五、結論

當初嚐試找有關浮萍的相關資料時，所得到的都只是「繁殖快能餵鴨子」一類粗淺的描述。別人的反應也都是「浮萍那麼小，有什麼研究價值？」這次的實驗，幾乎都是在找不到有關浮萍生物特性的參考資料下摸索實驗。我們秉著忠於觀察事實的精神，嚐試找出規律性。在全班同學協助下，忙碌了整學期。因此發現了一個被忽視的生命。它具有旺盛的生命力，即使母體死亡，也能由針點般的小子體獨立長大。他的生命和水質息息相關。他能夠改善酸鹼度；軟化硬水；也能有效吸收殺草劑及有機物質，他不僅只是水上的流浪漢，更是行俠仗義的俠士。但在高營養的水質中，他會過度繁殖，釋放毒素污染水質。同時因為他小；繁殖速度快；對水質有一定的敏感度，所以可藉此判斷水質的好壞。一般萬分之一濃度的殺草劑，可在三小時內殺死小魚。殺草劑使用說明書上註明殺滅布袋蓮的有效濃度為 $\frac{1}{100}$ ，噴灑一次農藥，對生態將造成多大的傷害！藉這次的研究，浮萍帶領我們了解四周急速惡化的水質環境。廢水到處排放，浮萍沒有了家的事實，更告誡我們地球只有一個，如果今天我們不重視環境保護，明天，我們就會像浮萍一樣，沒有了家。

六、參考資料

1. 化學實驗——田福助編著
2. 水、污水與廢水之標準水質檢驗法——美國衛生協會等撰；沈文肇編譯。

評語

以浮萍為材料探討影響浮萍生長的各種因素，對浮萍觀察紀錄仔細。實驗材料設計略有巧思。由於設計各種影響因素諸多，使得研究者能了解各種因素的重要性，進而延伸分析工業廢水、家庭污水、與豬糞水對浮萍生長的影響。但對科學問題較欠缺原創性，另外題目應更直接描述內容為宜，水上的吉普賽人不宜略內題目。