

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生活與應用科學科

080817

生態池大考驗：各類污染源對水芙蓉之影響

學校名稱：臺北縣永和市網溪國民小學

作者： 小四 湯昕芸 小四 陳重元 小四 張迺庭 小四 余浩瑄	指導老師： 徐右任
---	--------------

關鍵詞：水芙蓉 生態池 清潔劑污染

摘要

我們從校園生態池出發，觀察水污染情形產生的問題並進行設計和研究。最主要目的在探討每日同學們所產生的各類污染源對生態池是否造成任何影響；所採用的樣本是生態池中種植最多的水芙蓉。研究的最主要發現是：洗碗精和洗衣粉對水芙蓉影響是最大的；其次是各類的肥皂。然而，天然肥皂和市售一般肥皂對水芙蓉的影響上沒有任何明顯的差異，原因可以進一步的探討。以天然池水和自來水做為對照組，可以發現相較於其它污染源，二者對水芙蓉成長沒有負面的影響。我們希望提供我們的研究結果給學校參考，也希望大家注意到使用這些清潔劑時，應有的態度和所需注意到的問題。

壹、研究動機

學校在去年把大部份的洗水池改建成可以養活水生植物的生態池；如（圖一；圖二）。剛開始時，我們都很開心，因為沒想到我們洗完手的水，竟然可以用來養活一些水生植物；例如，布袋蓮、水芙蓉以及槐葉萍等等，而且可以達到淨化水池的效果。但是我們還是很擔心，我們洗完手後的肥皂水會不會對這些可愛的水生植物產生不好的影響？它們會不會因為我們打掃時間倒入大量的污水、中午小朋友們洗便當的油水或是洗衣粉等污染而變死變黃？

很湊巧的，這學期我們自然科第二單元剛好是「水生家族」。對於水生植物，例如：水芙蓉、布袋蓮等有很詳細的介紹。聽了老師對這些美麗又可愛的水生植物做的介紹，我們很開心學校能有這樣的生態池讓我們學習。但是我們還是很擔心每天排入的污水、廢水對這些植物有所危害，所以想要了解有沒有什麼樣的影響。希望我們的實驗結果能夠對我們的生態池有幫助，也希望大家能更重視並珍惜生態池裏這些可愛又美麗的水生植物。



圖一 本校生態池



圖二 本校生態

貳、研究目的

- 一、觀察洗碗精對水芙蓉生長情形的影響。
- 二、觀察洗衣粉對水芙蓉生長情形的影響。
- 三、觀察水晶肥皂對水芙蓉生長情形的影響。
- 四、觀察天然肥皂對水芙蓉生長情形的影響。
- 五、觀察一般香皂對水芙蓉生長情形的影響。
- 六、觀察污水便當油水對水芙蓉生長情形的影響。
- 七、觀察綜合所有污染源對水芙蓉生長情形的影響。

參、研究器材及設備

- 一、水芙蓉 數朵
- 二、觀察用生態箱 10個
- 三、數位相機 一台
- 四、有刻度（10ml、50ml、100ml）燒杯 數個
- 五、天然肥皂 一個
- 六、水晶肥皂 一個
- 七、一般香皂 一個
- 八、水桶 一只
- 九、洗衣粉 適量
- 十、洗碗精 適量
- 十一、電子計算機 一台
- 十二、魯班尺 一個
- 十三、攪拌棒 一支。
- 十四、污水和便當油水混合 適量。



水晶肥皂



天然肥皂



觀察箱



洗衣粉



各式量杯



一般香皂

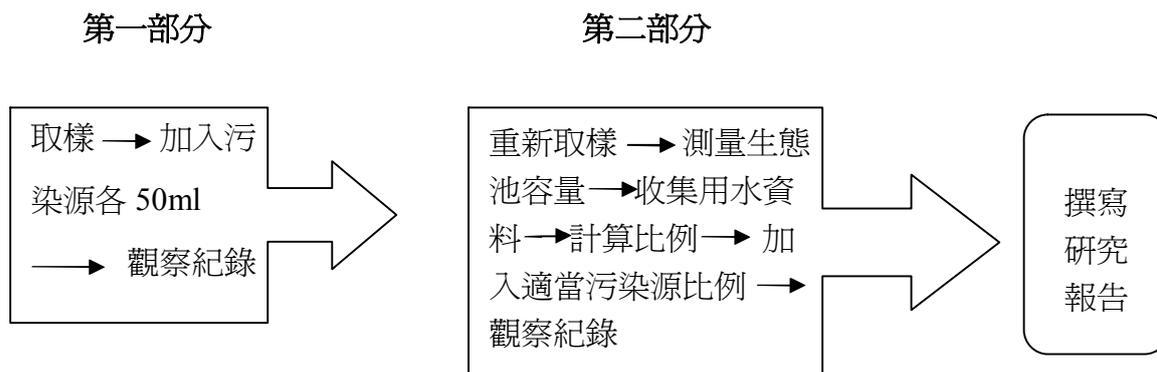


洗碗精

肆、研究過程

研究觀察期間第一部分從 95 年 12 月 18 日到 96 年 1 月 11 日，為初探性研究，各加入 50ml 的污染源。實驗第二個部份剔除掉洗碗精和洗衣粉後，加入適當比例的污染源，並以天然池水以及自來水做為對照組，觀察時間從 96 年 1 月 12 日到 1 月 26 日。

研究流程圖



水芙蓉簡介

名稱：大萍(水芙蓉)

科別：天南星科

學名：*Pistia stratiotes* L.

天南星科浮水性植物，莖極短、葉呈輻射狀生長，直徑可達三十公分，葉表面為黃綠色、背面為白色，兩面均被覆白色透明茸毛。根為鬚根狀、側根發達，具多數走莖，原產地美洲。



"水芙蓉"又名大萍，是浮水性的植物，沒有明顯的莖，葉子從四面八方伸展，一片接著一片，就像花瓣一般，如果水裡面有足夠的養分，那它的模樣跟『蓮花』就很類似，因其發達的根系是水芙蓉生存的利器。

它的另一項特質就是能不斷的從葉子的基部伸出幾根走莖，"走莖"的末端會不斷的長出小苗。

水芙蓉跟芋頭、海芋及火鶴花是近親，所以會長出"佛焰花序"，只不過是又小又不起眼的黃色小花。

一、 準備研究工具材料以及取樣

在研究過程之中，有二項是要特別說明的，第一是水芙蓉的取樣，第二是污水的採集。

選擇水芙蓉為研究樣本有二個主要的原因：首先，是水芙蓉是我們學校主要種植的水生植物，隨手可得也很生活化；第二是水芙蓉往往被視為具有良好淨化水質功效的水生植物。

我們為了要求所有的水芙蓉大小一樣，實驗的結果才能比較。於是我們在採水芙蓉的過程之中，每一朵都要用尺量過，葉子的大小誤差不能超過2公分，還好我們學校的水芙蓉很多，所以我們也不擔心找不到相同大小的水芙蓉了呀！

另外，我們把適量的污水和便當油水收集起來，因為我們觀察到，在中午的時候，學校會有些小朋友會在洗手台那裏洗便當盒；還有在打掃的時候會在洗手台洗拖把，我們覺得這也有可能影響水池中的水芙蓉，所以除了洗手的肥

皂試驗以外，我們還要增加這一項。其它的污染源如肥皂洗衣粉等，就在實驗時，調好加入即可。



圖三 便當水搜集



圖四 拖把污水搜集

二、測量

(一) 生態池容量之測量

由於生態池的水量每日的高度不太相同，於是我們利用長竹竿，測量水量的平均高度，再進行容量的計算，會比直接測量外部高度來的準確。

生態池容量之計算公式 『圓面積 x 高=生態池容量』

$$3.14 \times 70 \times 70 \times 52 = 800072 \text{ ml}$$



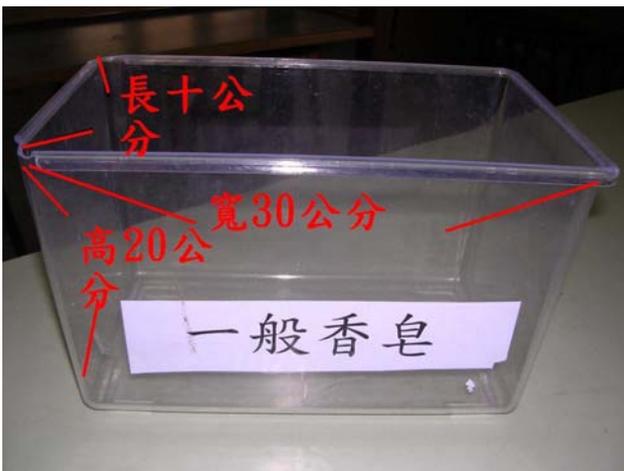
圖五 生態池高度測量





圖六 生態池半徑測量

由測量得知生態池之容量約為 800072 毫升



圖七 觀察箱之容量

觀察箱容量之計算公

式 『長 x 寬 x 高』

$$10 \times 30 \times 20 = 6000 \text{ 毫升}$$

由測量得知，觀察箱容量為
6000 毫升

(二) 每日用水量之測量

因為我們要知道每天同學們洗手台使用的情形，所以我們派人在洗水台那裏調查。但因為我們沒有辦法每節課都派人在那裏，所以我們採取抽樣時間調查。調查時間共三個星期，包括了早自習、打掃時間、下課等重要時間，以星期一、三、五為代表日，再依這些人數，計算出生態池每天同學們使用不同種類清潔劑及水量的情形。

第一週

日期	早上時段	中午時段	洗手（不用肥皂）		洗手（使用肥皂）		污水（含便當水及拖把）	
			早	午	早	午	早	午
星期一	8:30-8:40	12:20-12:40	0	5	0	5		15
	10:10-10:30	14:15-14:25	0	5	0	14	0	14
星期三	9:20-9:30	半天 下午 沒課	3	0	8	0	0	0
	10:10-10:30		8	0	8		24	0
星期五	9:20-9:30	半天 下午 沒課	0	0	0	0	0	0
	10:10-10:30		4	0	8	0	9	0
總數			15 人	10 人	24 人	19 人	33 人	29 人

第二週

日期	早上時段	中午時段	洗手（不用肥皂）		洗手（使用肥皂）		污水(含便當水及拖把)	
			早	午	早	午	早	午
星期一	8:30-8:40	12:20-12:40	0	7	0	0	0	19
	10:10-10:30	14:15-14:25	2	0	0	9	0	8
星期三	9:20-9:30	半天 下午 沒課	0	3	0	4	3	0
	10:10-10:30		0	20	25	0	12	0
星期五	9:20-9:30	半天 下午 沒課	0	5	9	0	6	0
	10:10-10:30		0	12	6	0	9	0
總數			2 人	47 人	40 人	13 人	30 人	27 人

第三週

日期	早上 時段	中午 時段	洗手（不用肥皂）		洗手（使用肥皂）		污水(含便當水及 拖把)	
			早	午	早	午	早	午
星期 一	8:30- 8:40	12:20- 12:40	5	7	0	4	4	5
	10:10- 10:30	14:15- 14:25	6	4	4	4	0	8
星期 三	9:20- 9:30	半天 下午 沒課	0	0	2	0	2	0
	10:10- 10:30		6	0	2	0	7	0
星期 五	9:20- 9:30	半天 下午 沒課	3	0	2	0	2	0
	10:10- 10:30		3	0	6	0	9	0
總數			23 人	11 人	16 人	8 人	24 人	8 人

我們以星期一、三、五為代表，計算這三天的使用人數，再把這三個星期的人數相加除以三，約可以表示每天各類污染源的使用人數。

算法如下：

$$(\text{星期一總人數} + \text{星期三總人數} + \text{星期五總人數}) \div 3 = \text{大約每日人數}$$

表一 每日洗手台使用大約人數

類別	每日約幾人次
洗手不用肥皂	36 人次
洗手使用肥皂	40 人次
污水（便當水加洗拖把）	50 人次

我們除了計算人數之外，還測量每個人的用水量。

表二 每人用水量

類別	每人使用時間	用水量
洗手（不用肥皂）	約十秒	1 5 5 ml
洗手（用肥皂）	約24秒	1 0 0 0 ml
污水（便當水加洗拖把）	約31秒	1 5 0 0 ml

最後我們可以由『每人用水量 x 每日使用人數』得知洗手台一天的平均用水量是多少。

表三 洗手台一天平均用水量

類別	計算（人數 x 用水量）	總用水量
洗手（不用肥皂）	3 6 x 1 5 5	5 5 8 0 ml
洗手（用肥皂）	4 0 x 1 0 0 0	4 0 0 0 0 ml
污水（洗拖把）	5 0 x 1 5 0 0	7 5 0 0 0 ml
綜合（肥皂量+污水量）	40000+75000	1 1 9 0 0 0 ml

三、加入適當比例之污水以及觀察紀錄

（一）加入適當比例之污染源

因為我們要依照我們測量出來的生態池容量，在觀察箱中加入適當比例的污染源，所以我們要計算出比例，才能決定要的各類的污染源有多少。之前統計洗手不用肥皂的部份，因為不算污染源，所以只供參考不計算比例。

比例的計算公式如下：

生態池總容量：每日污染源總用水量 = 觀察箱容量：要加入的污染源水量

表四 各類污染源加入比例

污染源	計算過程	加入比例
肥皂(X)	$800072 : 40000 = 6000 : X$	$X=299.97\text{ml}$
污水(Y)	$800072 : 75000 = 6000 : Y$	$Y = 562.44\text{ml}$
綜合(Z)	$800072 : 119000 = 6000 : Z$	$Z = 892.41\text{ml}$

由上可知，我們要加入的各類肥皂水的水量四捨五入為「300ml」，而要加入污水的量是「562ml」，綜合污染水為「892ml」。

			
計算各類污染源比例	各類污染源加入比例	調製的一般肥皂水	調製的水晶肥皂水

		
調製的綜合污染水	調製的污水	調製的天然肥皂水

表五 觀察紀錄表

觀察部位		很枯 3 有點枯 2 不枯 1				
葉	枯的程度(填代號)					
	顏色改變(描述)					
觀察情形描述						
根	枯的程度(填代號)					
	顏色改變(描述)					
觀察情形描述						
水質	加入前顏色變化(打勾)	很清澈	清澈	微濁	濁	很濁
	加入後顏色變化(打勾)					
情形描述						

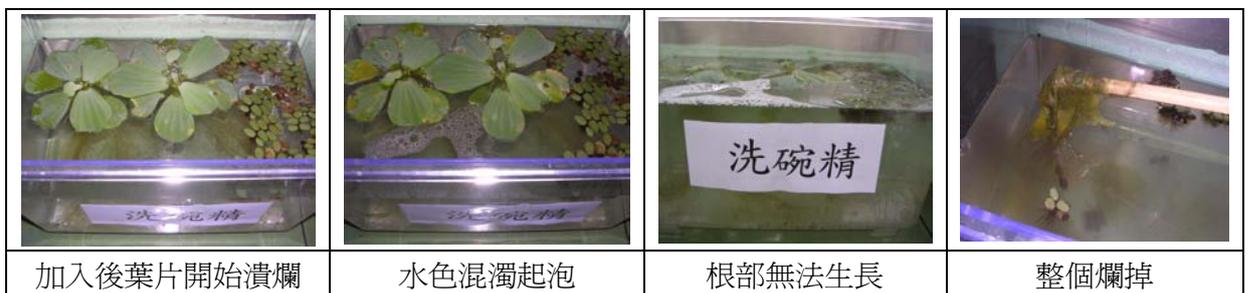
伍、研究結果

第一部分【95年12月18日到96年1月11日】

一、市售洗碗精對水芙蓉生長情形的影響

觀察項目	情形
葉片部份	全部爛掉
根部	無法生長，全完潰爛
水質	混沌，有泡沫

由此可知，洗碗精對於生態池中的水芙蓉影響非常的大，相當可怕。



二、市售洗衣粉對水芙蓉生長情形的影響

觀察項目	情形
葉片部份	大部份爛掉，呈現枯黃，而且穿孔。
根部	無法成長，有些爛掉。
水質	白色的混濁，而且會有洗衣粉的顆粒。

			
剛加入洗衣粉時狀態	水色混濁	根部沒有生長	大部份的葉片潰爛

第二部分【96年1月12日到96年1月26日】

一、水晶肥皂對水芙蓉生長情形的影響

觀察項目	情形
葉片部份	加入後，葉子邊緣部份開始變黃。到了 22 號時，下方部份開始變得有點爛。
根部	第 3 天可明顯看出有新的根生長出來，到 22 號發現新的芽根是有一點咖啡色的。
水質	到觀察中期以後，開始有點混濁，底部有一些沙土。

		
加入後，隔天水質色依然清澈	後期葉片開始枯黃	根部開始生長並產生沙土

二、天然肥皂對水芙蓉生長情形的影響

觀察項目	情形
葉片部份	變得枯黃，外緣部分有些因泡到水而顯得爛爛的。
根部	15 號開始長出新根，到中期以後根長的蠻長的。
水質	剛開始時水質非常清澈，到後期水質有一點混濁，而且底部有許多的沙土和沉澱物。

			
加入後隔天水質色依然清澈	中期以後葉片開始枯黃，外緣有些爛	根部長長，但是有沉澱物	水質變的有一點混濁

三、一般香皂對水芙蓉生長情形的影響

觀察項目	情形
葉片部份	加入第五天後，外緣開始變枯黃，枯黃持續到觀察結束。
根部	有長新根，甚至於比舊根更長。
水質	加入後產生微濁，前期會沉澱淨化，後期整體而言是微濁的，水中依然有沙子和沉澱物。

			
加入後一段時間，水質色依然清澈	新長出的根比舊的還長	到後期水比較混濁，而且有許多沉澱物	葉子枯黃，外緣部份有些被水泡爛

四、污水便當油水對水芙蓉生長情形的影響

觀察項目	情形
葉片部份	枯黃的程度和肥皂類的污染源沒有什麼差別。
根部	也會長出新根。
水質	比起肥類污染源，水質清澈一些，沉澱物比肥皂類少一點。

			
加入後隔天水質顏色無變化	水質色較肥皂類清澈一些	葉片枯黃程度和肥皂類差不多	長出新根但也有些沉澱物

五、綜合所有污染源對水芙蓉生長情形的影響

觀察項目	情形
葉片部份	到1月18時,開始變黃,程度比肥皂類的嚴重一些。
根部	也會隨著時間成長,而且愈長愈長,不受污染影響。
水質	加入前和加入後顏色沒有變化,但到後期時,比較混濁且有沉澱物。

			
葉片枯黃,甚至於外緣部分爛掉	加入前後,水色沒有多大差異	雖然加入污染源,但是根部仍然持續成長	到後期,水質色較為混濁

六、 自來水對水芙蓉成長情形的影響【對照組】

觀察項目	情形
葉片部份	成長完整，沒有任何變枯黃的現象。
根部	和肥皂類以及污水類沒有多大差別，會有新根生長出來。
水質	清澈、沒有任可污染。

		
葉片完整沒有枯黃	也會有新的根長出來	水質清澈

七、 天然池水對水芙蓉成長情形的影響【對照組】

觀察項目	情形
葉片部份	沒有枯黃的現象發生。
根部	也會成長，變長了。
水質	加入前後沒有變化，持續到後期仍然清澈無混濁。

	
葉片維持鮮新鮮無枯黃	水質清澈但也會有沉澱物

陸、討論及建議

一、「洗碗精」和「洗衣粉」爲什麼比起各類肥皂對水芙蓉影響嚴重？

實驗的第一部份得到這樣的結果時，我們真的都很驚訝，因爲沒想到加了洗碗精的水芙蓉真的都整個爛掉。所以我們去找了一些資料，知道了在市售的洗碗精中，大都含有所謂的「界面活性劑－烷基苯磺酸鈉」，簡稱 ABS。這些化學的活性劑在河川中很難被分解，會形成泡沫公害，嚴重影響生態。而洗衣粉也是含有這一類的界面活性劑（有的還含有磷），所以洗淨力很強，但卻會對生態造成很大的影響，資料中有一項提到，烷基苯磺酸鈉在蚜蟲實驗中，其接觸蟲體時可形成不透水、不透氣的一層薄膜堵塞蟲體的氣孔，使蚜蟲窒息死亡。所以我們的水芙蓉會整株潰爛，由此可以這種化學成分的危害是相當大的。

二、天然肥皂並沒有比市售一般香皂對水芙蓉有較小的影響

我們剛開始以爲「天然仔尙好」，所以想說可能使用天然肥皂應該不會讓水芙蓉的葉子變黃。結果實驗結果顯示，天然肥皂和一般的香皂二者之間沒有很大的差異。雖然天然皂因不含磷、界面活性劑化學藥品，使用時不會造成環境污染，但是可能因爲肥皂污水量可能太大，造成水質污染混濁，使得生態池中的水芙蓉分解不易，進而對生態造成一些影響。相關的原因，也許可以再進一步的研究。

三、加入水彩顏料等試驗

我們在校園中，還發現有些時候上水彩課時，小朋友們會把顏料倒或墨汁倒入生態池中。但是因爲次數較少而且量不大，所以就沒有進行實驗，如果下一次有機會，我們也可以把它納入成爲操弄變因。

四、在真實的情境中進行實驗

我們這次的實驗是按照生態池的容量以及同學們每日的污水量，計算比例，縮小在觀察箱中進行實驗。以後若是有機會，我們可以在真實的生態也中進行實驗，也許我們可以更進一步証實自己的研究結果。

柒、結論

- 一、 洗碗精對生態池中的水芙蓉危害最大。
- 二、 洗衣粉對生態池中的水芙蓉危害僅次於洗碗精。
- 三、 各種肥皂對水芙蓉的生長都會有負面的影響。
- 四、 天然肥皂對水芙蓉的成長和其它市售非天然肥皂沒有有差異。
- 五、 洗碗精會讓水芙蓉快速死亡有可能因為其中的「活性界面劑」造成的。
- 六、 洗衣粉會讓水芙蓉快速死亡有可能因為其中的「活性界面劑」造成的。
- 七、 雖然遭受污染，但水芙蓉的根部還是會持續生長。
- 八、 各類肥皂對於水芙蓉生長情形並沒有顯著的差異。
- 九、 水芙蓉可以幫助各類肥皂沉澱並淨化水質，但是量若太多還是會讓水質變混濁。
- 十、 大部份的肥皂類污染源加入五天後，根部會開始長長，而葉子開始變枯黃。
- 十一、「綜合類」污染源部分雖然水質沒有肥皂類清澈，但是葉片枯爛的程度和肥皂類相似。
- 十二、「自來水—對照組」、「天然池水—對照組」無論在葉、根、水質三方面相較於其它各組，對水芙蓉的成長，沒有任何的污染情形，而「自來水」、「天然池水」二組之間也沒有顯著的差異。

捌、參考資料及其他

光復國小植物園

<http://www.kfps.tp.edu.tw/schplant/a09.htm>

BLOG 聯播網

<http://blog.taiwanpage.com.tw/rssview.cfm?id=20965>

家用洗滌劑危害性的實驗研究及對策分析

http://www.edunews.net.cn/sciedu/uploadfile/yjcg_xyfdwh.doc

廢油製造肥皂

<http://library.taiwanschoolnet.org/cyberfair2002/C0232400007/a62.htm>

水芙蓉和光合作用

<http://www.dxes.tcc.edu.tw/namaster/nawtchan/na81.htm>

【評語】 080817 生態池大考驗：各類污染源對水芙蓉之影響

探討學校生態池中水芙蓉在不同污水中的生長情形，透過長時間的觀察記錄發現此植物可忍受的水質狀況，同時也測量學校產生的污水量，作為背景資料，後續可考慮更多變因的探討，為生態池維護提供參考。