

獅龍溪的小主人——草履蟲

高小組生物科第三名

高雄縣烏林國民小學

作 者：劉素娥、林姍妤、何曼貞

指導教師：顧錦濤、林秀貞

一、研究動機

第一次的野外採集去獅龍溪是為了要幫化學組的同學取樣並且測量獅龍溪的水質，看到那汙黑的溪水以及惡臭，儘管是帶了口罩，臭味卻絲毫不減半分，在這種環境之下除了紅蟲之外，還有其它生物嗎？

想不到經過顯微鏡的觀察，卻發現了好多好多會游動的小生物，其中最引人注意的是那活潑好動，又佔多數的草履蟲，每一滴都有十幾隻，甚至三四十隻，就好像是獅龍溪的小主人，所以我們就立刻決定以草履蟲當做我們研究實驗的目標，以下就是我們研究草履蟲的整個實驗報告。

二、實驗目的

- (一)獅龍溪草履蟲的蟲口普查。
- (二)獅龍溪草履蟲品系的調查。
- (三)草履蟲也可以當做獅龍溪的生物指標嗎？
- (四)草履蟲伸縮泡的研究。
- (五)草履蟲的感覺研究。
 - ①草履蟲喜歡生長在那一個高度呢？
 - ②草履蟲喜歡陽光嗎？
 - ③草履蟲喜歡冷還是熱呢？
 - ④草履蟲對水的酸鹼度要求嚴不嚴苛呢？
 - ⑤草履蟲怕不怕電呢？
 - ⑥草履蟲有沒有候鳥般的磁場感應呢？
- (六)草履蟲的繁衍觀察。
- (七)培養草履蟲的好方法。

三、研究設備與器材

- (一)儀器：顯微鏡、投影機、錄放影機、電視、酸鹼計、溫度計、溶氧計，其它

實驗室常用器具。

(二)藥品：甲基纖維、各色染液。

四、實驗過程與推論

(一)獅龍溪草履蟲的蟲口普查。

步驟：①準備精密的地圖（採用農林航所77年版航照圖）

②從上游往下游直到獅龍橋為止，每五十公尺取溪邊水表水中及水底的溪水約20公撮。

③每次抽取0.1ml，並塗上甲基纖維液後，按八分法調查草履蟲的隻數。

④每點做十二次的調查，扣除最大值最小值，求取平均數。

⑤觀察完後的玻片用酵母液沖到飼養箱內。

結果：表中各點請對照地圖，密度單位二隻／公撮

代號	溶氧	表	中	底	密度
F	11.0	0	0	1	0.3
C	6.6	0	0	0	0.0
D	3.7	0	2	9	3.7
G	3.8	4	3	6	4.7
R1	1.8	9	1	22	10.7
R2	1.8	6	3	72	27.0
B	2.3	2	0	12	4.7
R3	2.5	3	1	25	9.7
A	0.2	19	12	28	19.7
H	1.8	0	0	8	2.7
K	3.3	0	2	6	2.7
L	0.0	14	29	40	27.7
L1	1.6	33	37	416	162.0
L2	1.8	260	154	207	207.0

代號	溶氧	表	中	底	密度
T4	4.4	0	0	0	0.0
T3	1.3	0	0	0	0.0
T2	1.7	0	0	0	0.0
T1	3.4	0	0	0	0.0
U	2.0	0	0	2	0.7
V	2.4	0	0	8	2.7
T	0.7	6	7	55	22.3
S	10.9	0	0	5	1.7
R	8.5	0	0	4	1.3
Q	5.8	1	0	1	0.7
P	1.8	3	7	52	20.7
M	7.8	0	0	0	0.0
W	4.2	0	0	0	0.0
Y	7.0	0	0	2	0.7

平均圖

部位	密度
水表	12.9
水中	9.2
水底	35.0

推論：①從上表大約可看出越靠近我們學校的溪段，草履蟲的密度較高，這提供了往後取樣的參考。

②從平均表能夠看出，草履蟲比較喜歡住在水底汙泥處。

(二)獅龍溪草履蟲品系調查。

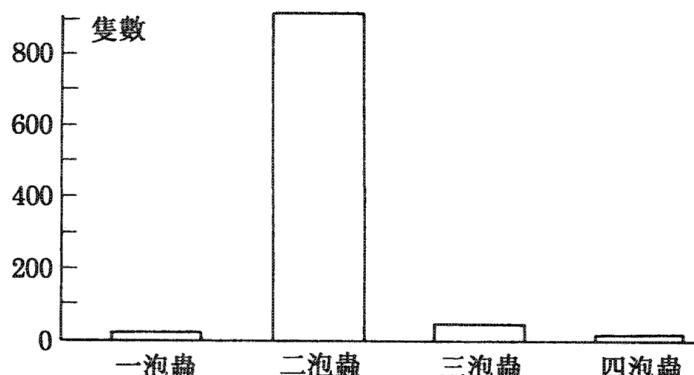
步驟：①隨機取樣，並用甲基纖維液使草履蟲活動趨緩。

②觀察草履蟲伸縮泡一分鐘。

③記錄所發現的隻數，達一千隻後做成統計比較圖。

結果：(草履蟲出現頻率比較圖表) 地點：獅龍溪烏林段

品系	隻數
一泡蟲	14
二泡蟲	916
三泡蟲	56
四泡蟲	14



推論：①在我們長達六個月的觀察中，發現獅龍溪的草履蟲伸縮泡都在一到四個當中，而且排列整齊。

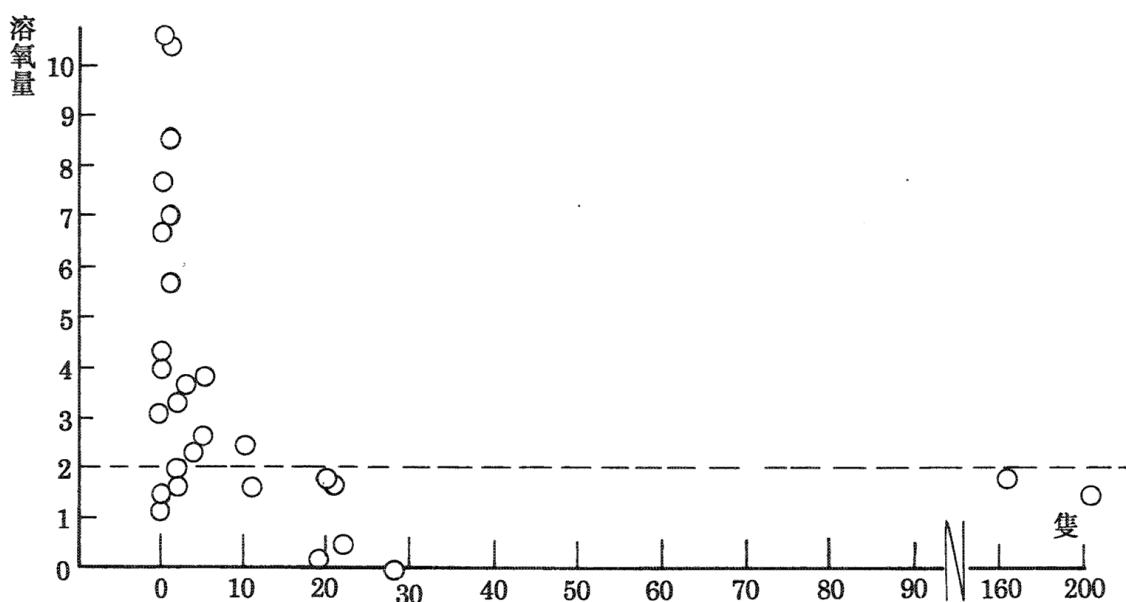
②不管是以溪水或培養槽裡的培養液，各種品系出現頻率都以二泡草履蟲最多。

③體態幾乎差不多都長約150um到200um之間，也常有更小且類似草履蟲的纖毛蟲。

(三)草履蟲也可以當做獅龍溪的生物指標嗎？

水質汙染主要依據是水的溶氧量，溶氧量越大，水質越好；溶氧量越少，水質越差。

結果：



推論：1. 從上圖看，溶氧量和草履蟲的密度成反比。

② 圖上虛線以下，是屬嚴重汙染區，所以只要發現草履蟲密度超過10以上，即可斷言此溪段是屬嚴重汙染區。

(四) 草履蟲伸縮泡的研究

步驟：① 使用甲基纖維，隨機選定一隻二泡蟲加以觀察。

② 記錄觀察草履蟲伸縮泡五分鐘全部伸縮的次數求平均頻率。

③ 狀態分成靜止；運動；分裂前；分裂後。

結果：

草履蟲伸縮泡伸縮頻率比較表

單位：次／分

狀態	樣本數	前1/4頻率	中1/2頻率	後1/4頻率	備註
靜止	68	7.7	11.8	17.4	前中後的算法是將各狀態由小至大排列，而後分成四等分求取平均值
運動	26	7.9	13.7	19.8	
分裂前	4	11.2	13.7	16.0	
分裂後	4	7.2	13.6	20.8	

推論：① 我們認為取中間1/2部分來做比較，較客觀，草履蟲伸縮泡伸縮頻率和人類心跳一樣，都是運動中比靜止時快。

② 二泡草履蟲的伸縮方式並不是輪流的，而是各自運作。

(五) 草履蟲對環境反應研究。

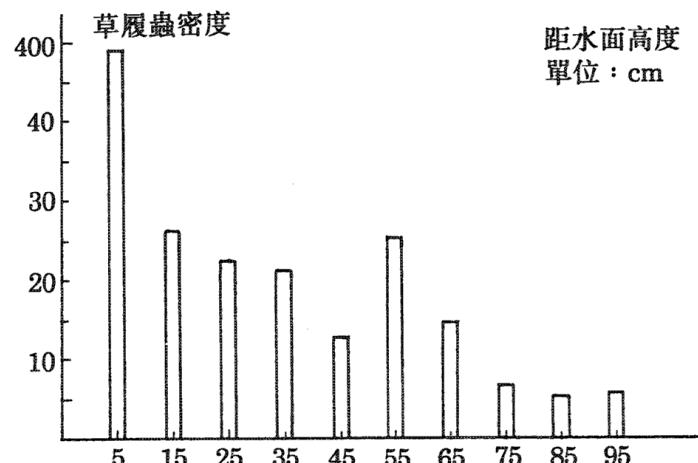
五一、草履蟲喜歡生長在那一個高度呢？

步驟：① 準備一根長筒形約一公尺的單口玻璃管。

② 將玻璃塞滿稻草，裝入獅龍溪含汙泥的水底溪水。

③ 直立固定半天，抽取各活塞口的汙泥水，並做隻數分析，每次0.1 cc做12次，求平均數，此實驗重覆三天每天一次。

結果：



草履蟲密度與水高度的比較表 單位：隻 / cc

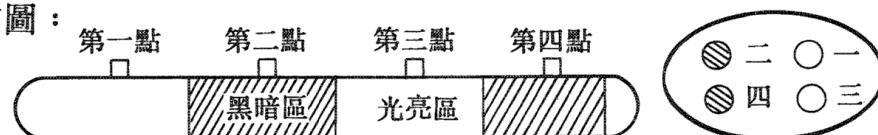
距水面	第一次	第二次	第三次	平均
5cm	25	124	1018	389.0
15cm	10	32	37	26.3
25cm	6	20	41	22.3
35cm	5	16	43	21.3
45cm	6	10	23	13.0
55cm	18	28	31	25.7
65cm	14	19	12	15.0
75cm	8	8	5	7.0
85cm	5	4	5	5.7
95cm	1	3	14	6.0

推論：①從上圖很明顯看出越靠近水面草履蟲密度越高，相反則越低，所以草履蟲對水的高度有感覺存在。

②聯結實驗①的推論，草履蟲較喜歡汙泥。

五—2草履蟲喜歡陽光嗎？

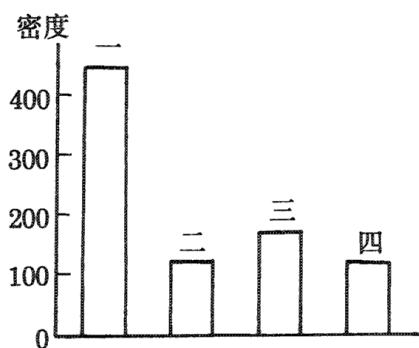
步驟：①準備一個長形玻璃管和培養皿；並加以處理成一半透光一半完全不透光如右圖：



②長形玻璃管共做兩次，內置獅龍溪水；培養一次內置草履蟲培養液，放置半天後，抽取各點樣本，每次0.1cc共做12次，並求取平均值；往後的草履蟲密度求法都按照此步驟。

結果：

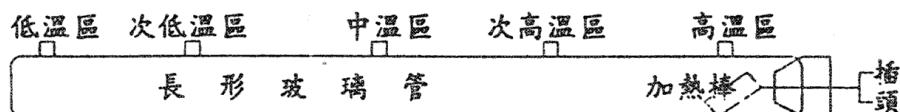
取樣點	第一次密度	第二次密度	第三次密度	總平均密度
第一點	28	18	1328	458
第二點	25	10	337	124
第三點	24	5	476	168
第四點	13	5	373	130



- 推論：①從上表來看，第一次和第二次的密度差異不大。
 ②第三次的差異非常明顯，因為皿的範圍很小草履蟲容易感受到光和暗的差別，所以草履蟲可以感覺光線。

五一3草履蟲喜歡冷還是熱呢？

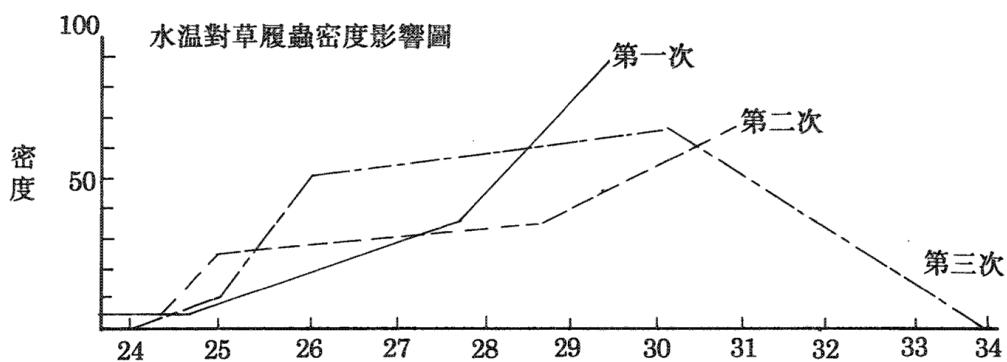
- 步驟：①準備長形玻璃管，內裝半滿獅龍溪的汙泥水，將一邊的活塞關閉；並加上一根養魚用的加熱管。
 ②放置半天後，取五點樣本，測量溫度和草履蟲密度。



③此部分實驗共做三次，每次調整加熱器為 30° ， 32° 和 35° 。

結果：

次數別	低溫區	次低溫區	中溫區	次高溫區	高溫區
第一次	(23.5) 3	(24.6) 5	(25.2) 11	(27.6) 35	(29.4) 85
第二次	(23.2) 0	(24.3) 2	(25.1) 23	(28.8) 30	(31.1) 72
第三次	(24.1) 0	(25.0) 8	(26.1) 47	(30.2) 59	(34.8) 0



- 推論：①在攝氏 34.8° 時，草履蟲的密度是零，所以可斷定獅龍溪的草履蟲不能忍受 34.8 度的環境。

②草履蟲有溫度方面的感覺，而且比較喜歡溫度高的地區。

五一4草履蟲對水的酸鹼度要求嚴不嚴苛呢？

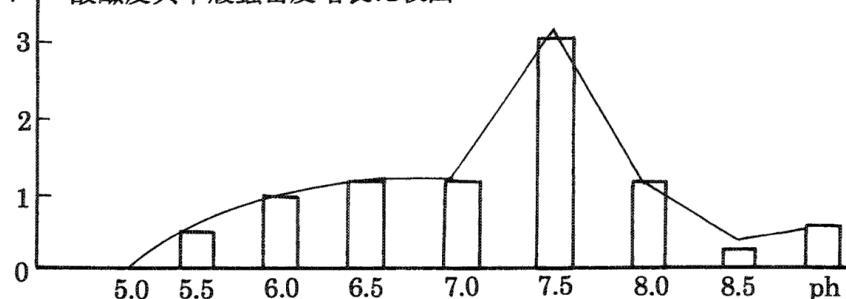
- 步驟：①用稀鹽酸和氫氧化鈉調製酸鹼度從五到九的溶液數杯。
 ②將上述調製的溶液各抽取 5cc ，並加入少量酵母粉。
 ③抽取草履蟲培養液，放在顯微鏡下觀察隻數後，沖入②。
 ④放置三小時後，觀察草履蟲的密度。

結果：

酸鹼度	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0
原密度	6.4	12.0	8.0	10.0	10.0	10.2	12.0	8.0	10.0
密 度	0.0	6.0	8.0	12.0	12.0	32.0	14.0	2.0	6.0
倍 率	0.0	0.5	1.0	1.2	1.2	3.1	1.2	0.3	0.6

(倍率 = 原始密度 / 處理過的密度)

倍率 酸鹼度與草履蟲密度增長比較圖



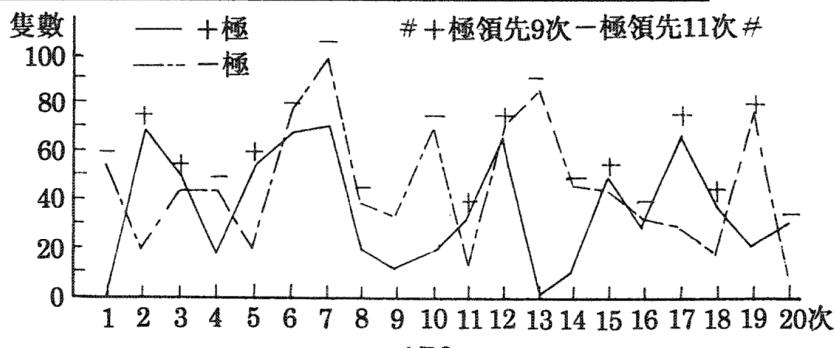
- 推論：①水的酸鹼度對草履蟲的生存有決定性的影響，在pH=7.5的部分繁衍的速度遠超過正常狀態之下的繁衍速度。
 ②草履蟲最低酸鹼值容忍程度為pH=5，而最大值為保護生命，不去設計實驗，但可知草履蟲比較適合生長在弱鹼性的環境中。

五一5草履蟲有沒有電的感覺呢？

- 步驟：①準備一個小型培養皿，其中裝滿草履蟲培養液。
 ②準備二個鱷魚夾和直流電組。
 ③每次在正負鱷魚接觸培養液的部位抽取0.1cc做隻數調查。
 ④每次抽取樣本完畢後，重新加入培養液，重覆上述步驟。

結果：草履蟲隻數和電極相關比較

+極	2	68	50	18	53	66	70	19	12	19
-極	54	19	43	43	19	75	98	29	33	71
+極	36	62	2	11	50	29	68	39	21	32
-極	12	70	88	48	43	32	30	17	77	11



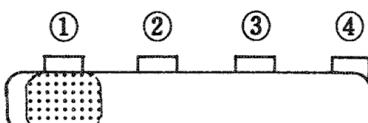
推論：①光復書局出版的顯微鏡的世界寫說草履蟲比較喜歡聚集在負極，可是從上圖看牠似乎並不會特別喜歡負極的地方。

②會不會是草履蟲培養液一接觸到+一極，附近的草履蟲馬上被最近的電極所吸引，於是我們又設計第二個輔助實驗。

③我們可以證明一點，草履蟲在通上一號直流電，並不會被電死。

五-6草履蟲有沒有候鳥般的磁場感應呢？

步驟：①準備一根長約50cm的玻璃管，如圖實心部份加有兩塊強力磁鐵。



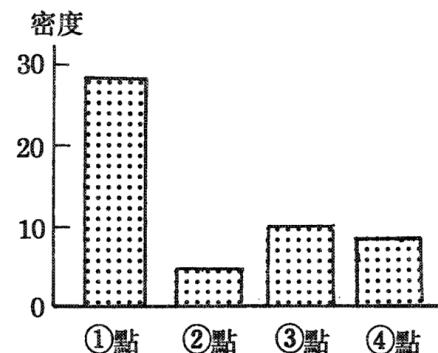
②靜置半天後，抽取各點做密度分析。此實驗進行三次。

結果：

磁力有無對各點草履蟲密度影響表

單位：隻/cc

次數	①點	②點	③點	④點
第一次	15	4	9	7
第二次	12	5	8	7
第三次	58	1	13	11
平均	28	3	10	8



推論：很明顯的，草履蟲具有磁力的感覺，而且喜歡聚集在有磁力的地方。

(六)草履蟲的繁衍觀察。

六-1有性結合和自體分裂的比例是多少呢？

步驟：①在觀察過程中，一發現有分裂或結合狀態時，馬上紀錄等到統計隻數達二百次時，再做比較。

推論：①草履蟲的生殖分成有性生殖和無性生殖，兩種不同點在於有性生殖多了一次結合，而相同點都有草履蟲的分裂，所以我們並不能將牠的繁衍方式畫分成有性和無性兩種。

②

繁殖方式	次數
有性結合	4
自體分裂	196

從左表次數比較中，我們發現草履蟲都以自體分裂來產生後代，有性結合都是在野外獅龍溪的樣本中發現的。

六-2草履蟲產生一代需要多久時間呢？

- 步驟：①準備好小培養皿，裝入5ml的稀薄酵母粉液。
②加入計算過的草履蟲數目，此時密度是隻數除以五。
③三小時後計算各培養皿的草履蟲密度。
④對照師院教授為我們設計的表，就能查出。

結果：

樣本數	平均時間
15次	5.99時

推論：我們的環境充滿酵母粉的培養液，所以得到的結果和野外繁衍時間可能會不一樣，而我們結果約3個小時，要比文獻上的快得多。

六-3草履蟲分裂一次要多久呢？

- 步驟：①觀察草履蟲時，一發現個體中央部分剛開始有斷痕時，立刻按下碼錶，等到完全斷裂成兩個獨自個體，再計時。

結果：

樣本次數	平均時間
40次	14分13秒

推論：分裂完成時間約需要14分。

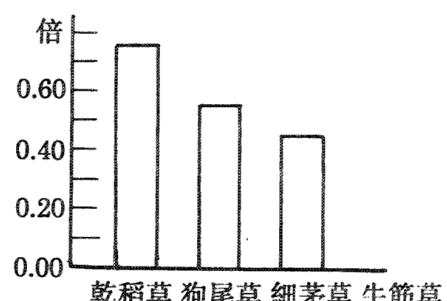
(七)培養草履蟲的好方法。

七-1各種獅龍溪邊的草浸液對草履蟲的影響比較。

- 步驟：①收集各種獅龍溪邊常見的乾草，煮沸後靜置冷卻。
②加入獅龍溪水50cc，混入100cc的草浸液，調查此時草履蟲的密度，記錄為原始密度；六小時後觀察草履蟲密度。

結果：

草種	原始密度	處理密度	倍率
稻草	16	12	0.75
狗尾草	18	10	0.56
細茅草	18	8	0.44
牛筋草	20	0	0.00



推論：書上說用稻草煮沸液培養草履蟲效果最好，可是由以上數據每次都呈密度下降的趨勢，可見書上的說法不對。我們認為大自然不可能將

這些草煮沸，所以我們試試看不需煮沸的草浸液。

七-2乾稻草浸液對草履蟲密度的影響。

步驟：同前項實驗，只是不加熱，只實驗稻草而已。

時間	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	時間：是指加入稻草的時間。 原/後：原代表原始密度，後表最後密度。
原/後	13 / 19	10 / 12	16 / 24	13 / 30	9 / 27	12 / 39	7 / 24	
倍 率	1.46	1.20	1.50	2.31	3.00	3.25	3.43	

推論：根據我們的結果很明顯的不用煮沸的效果更好，而且浸得愈久，草履蟲繁衍的比率愈大，增加愈快。

五、結 論

- (一)黑臭的獅龍溪，提供了很多環境汙染的指標，今年我們研究草履蟲發現到草履蟲愈多的溪段污染愈嚴重。
- (二)草履蟲有多少種？獅龍溪的至少有四個品系，其中我們發現到二泡蟲和三泡蟲竟結合在一起，而以二泡蟲分布最多也最廣。
- (三)草履蟲伸縮泡伸縮的頻率就好像人類的呼吸和心跳，運動、分裂時伸縮較快，靜止時較慢，而當脹大或不動時，草履蟲就死了。
- (四)草履蟲是有感覺的，牠喜歡生活在水表附近、陽光、溫度較高的環境，微鹼性的水質，有電的感覺，有磁場的反應。
- (五)草履蟲的繁殖以無性斷裂較多也較常見，斷裂生殖約耗時14分，產生下一代約需六個小時，食物不缺時，一天可完成四代。
- (六)培養草履蟲最好的方法是放入乾稻草，加入少量酵母粉即可。

六、參考書目

- (一)顯微鏡觀察 鄭元春 光復書局 民74年
- (二)微小生物的世界 游祥平 錦繡文化 民80年

評 語

本作品對獅龍溪草履蟲的分類調查，生態研究及一些生理及生殖現象的研究均有良好的調查及研究結果，並由本論文的實驗數據，可知草履蟲亦可作為河川污染程度的生物指標，因此本論文亦具有環保方面的參考價值。本論文的研究內容太多，因而每項研究均未能深入，是其缺點。