

神奇的小彈簧手——水螅

國中組生物科第二名

高雄市立英明國民中學

作者：李侑道、許琇淳、謝于華
指導教師：盧惠鶴、楊月萍

一、研究動機

無意中在水族箱內，發現具有彈簧手的水螅，看它伸縮自如的可愛模樣，引起我們的好奇心想進一步了解它們。

二、研究目的

- (一)探討實驗室培養水螅的方法。
- (二)觀察水螅的外部形態與內部構造。
- (三)探討水螅身體的大小、年齡和觸手數目的關係。
- (四)探討水螅的位移攝食與消化等行爲。
- (五)探討水螅的再生與出芽生殖的過程。
- (六)探討不同環境因子（如針刺、光照、溫度、酸鹼度、電流、污水、化學物質、洗潔劑）對水螅的影響。

三、研究設備與器材

具顯微照相及錄影的光學顯微鏡、恆溫箱、檯燈、測光器、錄影機、電視機變壓器、微拍相機、PHI meter、水族箱、加溫器、打氣機、溫度計、小石頭、氮肥、水螅、水蚤、水蘊草、各類食餌、培養皿、滴管、玻片、刀片、直尺、探針、電線、氨水、醋酸、鹽水、酒精、小蘇打、氯化鋇、洗潔劑。

四、研究過程與方法

(一)、實驗室培養水螅的方法

將水族箱以不同方式試驗，再每隔 3 天觀察記錄水螅生長與水族箱內生態變化的情形。

(二)、觀察水螅的形態與構造

觀察水螅構造，並測其柄長及觸手長，記錄之。

(三)、水螅身體的大小、年齡和觸手數目的關係

1. 取柄長約 0.2cm、0.3cm、0.4cm、0.5cm、0.6cm、0.7cm、0.8cm、1.0cm 的水螅各 5 隻，記錄其觸手數目。
2. 取水螅餵食，待芽體冒出後，每天記錄芽體觸手之數目。

(四)、探討水螅的位移、攝食與消化等行爲

1. 觀察水螅左右移動、上下漂浮及身體構造的變化。
2. 水螅禁食後再餵各種食餌，觀察並記錄水螅對食餌的喜好及攝食方式，並用肉眼觀察水螅體色的變化。
3. 以水蚤餵食觀察並拍攝其捕食至吐殼的整個過程及時間。

(五)、探討水螅的再生與出芽生殖的過程

1. 再生：在水螅不同部位橫切、縱切，觀察拍攝再生情形。
2. 出芽生殖：
 - (1) 顯微鏡下觀察並計算出芽位置，及芽體長出過程、時間。
 - (2) 水螅分別定量餵食 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、10 隻水蚤，觀察一週，記錄芽體長出與脫落時間。

(六)、探討不同環境因子對水螅的影響

1. 針刺：以探針輕觸水螅的不同部位，觀察並記錄其反應。
2. 光照：用鋁箔紙包住培養皿，僅留一個小洞分別以不同強度的光照射 2 小時後，觀察水螅是否有趨光性。
3. 溫度：取水螅置於不同溫度中，觀察其存活情形。
4. 酸鹼：取水螅置於不同酸鹼值的水中，觀察其存活情形。
5. 電流：利用變壓器調出不同強度電流刺激水螅，觀察水螅反應。
6. 污水：以愛河的水稀釋成不同濃度後，置於培養皿內，觀察水螅的存活情形。
7. 化學物質：利用不同的化學物質刺激，觀察水螅的反應。

五、研究結果

(一)、水螅的生長環境

實驗室內養水螅時，要等水族箱生態環境穩定後，才放入水螅且食物補充要放多種水蚤，加入氮肥可提供水蘊草營養，不必打氣若有水綿出現要去除如此即可將水螅養得好（如表一）。

(二)、水螅的形態與構造

1. 水螅肉眼看它體呈白、灰黑或淺咖啡色，身體一端有口可與體內消化腔相通，底部則以基盤附著，水螅體壁由兩層細胞構成。外層細胞內含有

刺囊細胞，受刺激時可將刺囊釋出，同時囊內的長管也翻出纏繞或黏住目標物體，以幫助觸手捕食，內層細胞則具有消化能力可形成食泡。

2. 水螅口部周圍 4 ~ 9 隻觸手，柄長平均約 0.4cm ~ 0.5cm，很少超過 1cm，觸手伸長可達柄長的 2 倍以上，有的甚至達 4 ~ 5 倍（如表二）。

(三)、水螅身體的大小、年齡和觸手數目的關係

1. 水螅的觸手數大多是 5 ~ 6 隻，僅有少數會達 6 隻以上，當水螅的柄愈長時，其平均觸手數也有增加的趨勢（如表三）。

2. 水螅在冒芽的第 1 天並未長出觸手，而當芽體逐漸長大時，觸手數會逐漸增加，但增加到 5 隻後，則不再隨年齡增長而增加。

(四)、水螅的位移、攝食與消化等行爲

1. 位移：水螅可左右移動也可上漂與下沉（如圖一）。

2. 攝食：

(1) 水螅對攝食肉類食物如水蚤、豬肝汁、牛肉汁特別偏好，食餌會影響水螅體色的變化（如表四）。

(2) 水螅的攝食方式除觸手捕食外，對汁液的食物尚可將口部打開成吸盤狀吸食。

3. 消化：

水螅捕捉水蚤約需 5 分鐘，吞入送入身體也可在 5 分鐘內完成，而水蚤殼吐出則約需 2 小時以上。

(五)、水螅的再生與出芽生殖

1. 再生：

(1) 水螅不管橫切或縱切，均能在一天內癒合傷口，1 ~ 2 天長出新觸手（如表五）。

(2) 水螅柄切成三等分，以中段再生速度最快，接近基盤的部位其再生能力較弱。

(3) 未長觸手的芽體被切下後，其再生速度較母體為快。

2. 出芽生殖：

(1) 水螅出芽位置大概都在基盤算起 $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{2}$ 處（如表六）。

(2) 水螅從出芽到芽體長出觸手可在 2 天內完成，而通常在第 3 天芽體脫落。

(3) 水螅每日食量若少於 3 隻水蚤，則一週內並未能出芽，若食量超過 4 隻則較易出芽（如表七）。

(六)、不同環境因子對水螅的影響

1. 針刺：水螅最敏感的部位為口部，其次為觸手。
2. 光照：水螅有明顯的正趨光性。
3. 溫度：水螅的最適溫在 15 °C ~ 25 °C，在 0 °C 也不會死亡，若高溫超過 33 °C 即造成死亡（如表八）。
4. 酸鹼度：水螅最適合生存水域之 PH 值為 7 ~ 8（如表九）。
5. 電流：水螅在遇小於 5V 電流時，身體會拉長觸手伸長向正極；電流增強則劇烈收縮；超過 12V 時會死亡（如表十）。
6. 污水：水螅在受污染的愛河水中，會馬上收縮死亡；若將河水稀釋 1/5 的濃度則可生存但仍會有劇烈收縮（如表十一）。
7. 化學物質：水螅對各種化學物質刺激產生不同反應。
 - (1) 酒精會使刺囊的長管快速釋出。
 - (2) 丙酮和鹽水則會使水螅的身體收縮，刺囊不受影響。
 - (3) 氨水和醋酸則會使水螅的身體收縮，刺囊和身體剝離，最後身體分解、死亡。
 - (4) 洗潔劑刺激後，除產生分解現象外，尚產生膠狀物。

表一、水螅在不同培養方法下之存活情形

處理 情況	日數	日數						備 註
		0 天	3 天	6 天	9 天	12 天	15 天	
1	水螅數目	10	6	2	0	0	0	第 6 天水綿大量出現
	生態變化			*				
2	水螅數目	10	10	14	10	5	2	打氣機周圍幾乎沒水螅 12 天沒水蚤
	生態變化			*		*		
3	水螅數目	10	12	15	12	8	6	第 6 天水蚤漸少 第 9 天水蘊草漸黃
	生態變化			*	*			
4	水螅數目	10	13	14	12	7	6	同 上
	生態變化			*	*			
5	水螅數目	10	13	14	10	8	8	第 6 天水蚤漸少，水蘊草均很好
	生態變化			*				
6	水螅數目	10	15	25	20	30	40	水蚤數量多水螅多有出芽 繁殖寒流來水螅稍減
	生態變化				寒流	恢復		
7	水螅數目	10	18	30	>50	>50	>50	第 6 天水螅大量出芽 第 12 天水螅聚在向光面
	生態變化			*	*			

表二、水螅柄長與觸手長之記錄表

編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
柄長	0.5	0.4	0.7	1.0	0.2	0.5	0.5	0.4	0.6	0.3
觸手長	1.3	1.5	1.5	3.8	0.5	1.2	1.7	0.9	1.3	0.8
觸手長 / 柄長	2.6	3.8	2.1	3.8	2.5	2.4	3.4	2.3	2.2	2.7
編號	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
柄長	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.8	0.5	0.5	0.2	0.4
觸手長	1.3	0.8	0.9	1.4	2.0	2.5	1.8	1.3	0.5	0.7
觸手長 / 柄長	2.6	2.0	2.3	2.8	5.0	3.1	3.6	2.6	2.5	1.8

表三、不同大小水螅之觸手數統計表

身體長度 \ 編號 觸手數	1	2	3	4	5	平均
0.2cm	5	5	5	6	4	5.0
0.3cm	5	5	5	5	5	5.0
0.4cm	5	6	5	6	5	5.4
0.5cm	5	6	5	6	5	5.4
0.6cm	6	6	5	5	6	5.6
0.7cm	5	6	5	6	6	5.6
0.8cm	6	7	6	6	7	6.4
0.9cm	6	6	8	7	6	6.6
1.0cm	6	9	7	8	7	7.4

表四、水螅對各種食餌的反應及食後體色的變化表

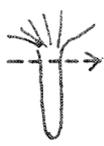
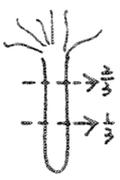
項目 食餌	喜愛程度	攝食方式	三天後體色的變化
水蚤	++++	用觸手捕食	白色→黑褐色
豬肝汁	++++	以口呈吸盤來吸食	白色→咖啡紅色
牛肉汁	+++	觸手捕食肉絲 用口吸食汁液	白色→咖啡紅色
豬肉汁	++	觸手捕食肉絲 用口吸食汁液	白色→淡粉紅色
魚肉	+	觸手捕食小肉塊 用口吸食汁液	無變化
碎蝦肉	+	觸手捕食小肉塊 用口吸食汁液	無變化
菠菜汁	-	無	無變化
水藻汁	-	無	無變化
蔗糖液	-	無	無變化
葡萄糖液	-	無	無變化
稀飯	-	無	無變化

+: 表喜愛攝食 -: 表不攝食

圖一 水螅不同(左、右)位移圖示

方向 過程	左移	右移
原來位置		
觸手著地附著		
柄收縮成圓球		
柄拉長		
柄著地附著		
完成移動		

表五、水螅在各階段的再生情形

原狀	天數		第1天	第2天	第3天	第4天	備註
	情形						
							第1天體壁分隔模糊。
							
							第二天新的消化腔形成。
							先長口部，再長觸手。
 							看不出切痕。
							兩隻水螅共同一個基盤。
							長了兩隻新觸手，兩隻柄。
							
							第2天就長二隻觸手。
							只長二隻觸手。
							左右合併。
							第2天即長五隻觸手。
							
							

表六、水螅柄長和出芽位置記錄表

項目	編號									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
出芽位置	0.2	0.3	0.15	0.25	0.15	0.25	0.3	0.2	0.25	0.2
柄長	0.5	0.7	0.4	0.6	0.4	0.5	0.8	0.5	0.6	0.4
比例	2/5	3/7	3/8	5/12	3/8	1/2	3/8	2/5	5/12	1/2
範圍	1/3 < 2/5 , 3/7 , 3/8 , 5/12 < 1/2									

表七、水螅每日食量和出芽數目記錄表

日數	食量									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
第1天	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
第2天	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
第3天	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
第4天	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1
第5天	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1
第6天	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
總芽數	0	0	0	1	1	2	3	2	1	3

表八、不同溫度對水螅的影響

反應	溫度	反應情形
-5 °C		結冰、死亡。
0 °C		自恆溫箱內剛取出時，全身縮成一團；但置於室溫 2 分鐘後，即見水螅伸展、活動。
5 °C		行動遲緩、身體縮小。
10 °C		觸手張開、身體沒有特殊改變。
15 °C		伸縮自如、身體沒有特殊改變。
20 °C		觸手張開、甚至行出芽生殖。
25 °C		伸縮自如、身體沒有特殊改變。
30 °C		有收縮現象，但隨即張開觸手。
31 °C		有收縮現象，但隨即張開觸手。
32 °C		身體縮成一團，但於室溫下 1 分鐘即張開。
33 °C		身體縮成一團，於室溫下也無反應，死亡。
35 °C		身體被分解，找不到屍體。

表九、不同酸鹼度的水質對水螅的影響

反應 PH 值	反 應 情 形
3	身體快速分解、死亡。
4	身體快速分解、死亡。
5	身體劇烈收縮、死亡。
6	身體持續收縮約 3 分鐘，成一團、死亡。
6.5	身體不斷進行收縮，但仍存活下來。
7	身體略為收縮，但很快地適應。
8	沒有特殊反應，仍伸縮自如。
8.5	身體持續收縮約 2 分鐘，成一團、死亡。
9	身體劇烈收縮成一團、觸手膨大、死亡。
10	身體快速分解、死亡。

表十、不同電流強度對水螅的影響

反應 電 流	反 應 情 形
1.5V	觸手伸展向正極，身體拉長。
3.0V	觸手伸展向正極、身體拉長。
5.0V	同 上。
7.0V	先收縮，再展開觸手、身體拉長。
10V	身體劇烈收縮，不易伸展。
12V	身體劇烈收縮，死亡。
15V	同 上。

表十一、水螅在不同污染程度的水質下之反應

反應 濃 度	收 縮 之 時 間	存 活 情 形
1	1 秒鐘內	死 亡
1/2	1 秒鐘	死 亡
1/3	2 分鐘	死 亡
1/4	10 分鐘	死 亡
1/5	10 分鐘	生 存
1/6	4 分鐘	生 存
備 註	濃度配置說明： 1 為原愛河水。 1/2 為 50% 愛河水，50% 蒸餾水。餘類推。	

六、討論

1. 水螅的刺囊細胞以觸手最多，愈近基盤數量愈少，可見刺囊和觸手捕食關係密切。
2. 水螅芽體剛冒出來時並未長觸手，而是先形成圓鈍的嘴部，之後長出的觸手也有對稱生長的現象。
3. 倒掛或漂浮的水螅，其基盤處均有一明顯之氣泡，水螅利用氣泡增加身體

的浮力，因而輕易地浮在水面。

4. 若以豬肝汁餵食水螅，其口部可在幾秒鐘內打開，而觸手往基盤方向拉，並將口部翻出使口部擴大成吸盤狀，不斷地吸食豬肝汁；飽食後則不斷以柄往基盤方向收縮，使翻出的口部塞回恢復原狀。
5. 水螅捕食水蚤時，原先活潑好動的水蚤會突然靜止不動，任由水螅的觸手纏繞，此情形應是刺囊釋出麻醉物之故。
6. 水螅在消化水蚤的過程中，常會將完整的水蚤殼吐出，且水蚤育兒室內的水蚤卵，亦沒被消化，故推測水螅消化腔可能不具消化幾丁質的酵素。
7. 水螅可吞入比其身體大的完整水蚤，且可連續吞入多隻水蚤；吐殼時間也和水蚤大小有關。
8. 實驗過程中將水螅先縱切，再將其中一半的柄切成 $\frac{1}{2}$ ，而第二天發現①和②的部分合在一起，而且可協助捕食水蚤，其再生力驚人。而這也說明水螅未分化之細胞多，所以可隨意再生癒合。
9. 水螅在低溫下會收縮，動作遲緩，但溫度一提昇即恢復活動力，實驗時曾將水螅置於冰箱中冷藏(5 °C)二星期，結果水螅並未死亡，可見水螅對低溫之忍受力強，對高溫之忍受力較弱。
10. 實驗過程中，明顯地發現水螅身體會受電流的影響。通常觸手伸向正極身體拉長，基盤向負極；且若以帶正電的電線靠近，水螅會有明顯的收縮，而帶負電的電線靠近則毫無反應。
11. 實驗過程中發現：氨水、醋酸未直接接觸水螅，水螅即有收縮的反應，推測水螅可能有特殊的感覺細胞以感應特殊氣味。
12. 水螅的刺囊及長管的釋出在顯微鏡下不易見，但在實驗過程中，用酒精刺激可同時看到數百個刺囊，像煙火般急速釋出長管，非常壯觀，因此在水螅的觀察中，酒精是極佳的刺激試劑。

七、結論

- (一) 水螅在食物充足，溫度 15 °C ~ 25 °C，PH = 7 ~ 8，不震動的環境下即可生長良好。
- (二) 水螅有觸手 4 ~ 9 隻，但以 5 ~ 6 隻者居多，觸手可伸長達 2 ~ 5 倍，柄長 < 1.0cm，身體愈長平均觸手數則有增加之趨勢，年齡愈大觸手數亦增加，但至一定數目即不再增加，刺囊以觸手最多近基盤處最少。
- (三) 水螅可左右移動，也可藉基盤氣泡的產生而漂浮；食餌偏向肉食（水蚤豬肝汁），攝食方式有捕食及吸食。
- (四) 水螅之再生力強，柄之中段及未長觸手的芽生長最快，出芽生殖的位置約

在距基盤 $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{2}$ 處，食量充足時出芽最快。

(五)水螅有正趨光性，對正電有反應；口部對針刺最敏感，在污水中會死亡；酒精會刺激刺囊釋出長管，氨水、醋酸會使刺囊剝離身體分解。

八、參考資料

1. 高中生物課本第二冊。
2. 新生物學－中國生物科學編譯社初版。
3. 紀志宜等三人：海葵知多少？第26屆國中組生物科展優勝作品。
4. Joseph G. Engeman & Robert W. Hengner(1981)Invertebrate Zoology. New York:Macmillan,pp90 ~ 213。

評語

對水中動物水螅做了詳細的生物學研究，無謂是生活史，生態學，尤其是對動物中，特有的再生現象做了很好的研究，而水螅對不良環境如化學毒物（例如酒精等）污染物，不同電流強度等的反應，可以射出刺囊的刺以保護自己，能把握水螅的特點，故給予第二名以資鼓勵。