

蝸牛眼睛探秘

高小組生物科第三名

台北市國語實驗國民小學

作者：徐怡德、張馨涵

陳豐鼎、孟廣崑

指導教師：林秋成、夏明華

一、研究動機

在漫畫書裏，我常看到背著房子走路的蝸牛，總有一對斗大的眼睛，畫家們很誇飾地畫出牠那長長觸角上的兩個圓球，真吸引人。這時，引起了我的好奇，蝸牛的眼睛真是長在觸角上的嗎？真的能看到東西嗎？有沒有除了「看」以外的功能呢？因而對牠的眼睛產生了研究的興趣，於是邀了三位同學，一起展開一連串的實驗研究。

爲了研究蝸牛眼睛的祕密，我們先搜集有關的資料，再把這些資料，加以分類、處理，得知：蝸牛的眼睛生長的位置，大致可以分二類，一類是眼睛長在觸角的頂端，另一類是眼睛長在觸角的基部。

眼睛長在觸角頂端的蝸牛，通常雌雄同體，且頭上長有二對觸角，後觸角也稱爲「視觸角」。而眼睛長在觸角基部的蝸牛，通常雌雄異體，且頭上只有一對觸角。

二、研究問題

- (一) 蝸牛的眼睛對光度會有什麼反應？
- (二) 蝸牛的眼睛對色彩會有什麼反應？
- (三) 蝸牛的眼睛能看多遠？
- (四) 蝸牛的眼睛對外界的刺激物，會有什麼反應？
- (五) 蝸牛兩個眼睛間的距離與觸角的長度有關嗎？
- (六) 蝸牛的眼睛被切除後，對蝸牛的行走會有什麼影響？
- (七) 蝸牛的兩隻眼睛被切除後，什麼器官能取代被切除的眼睛來幫助蝸牛的進行？

(八) 蝸牛的眼睛被切除後，能再生嗎？需要多長的時間呢？

三、研究過程

首先我們到距離我們學校最近的芳鄰——台北市的植物園搜集蝸牛，飼養並觀察牠們，同時查閱有關書籍。訪問專家。開始探究蝸牛眼睛的祕密。

由於植物園中的蝸牛種類，以非洲大蝸牛的數量最多，體型也最大，而且飼養容易，觀察較方便。於是我們決定以「非洲大蝸牛」做為我們觀察，實驗的對象。

飼養了二個星期後，我們挑選了體重40公克以上，身長7.6公分～10.5公分，體寬10.7公分～13.9公分，身體狀況都很好的非洲大蝸牛30隻，做為我們實驗的蝸牛，進行以下各項問題的實驗。

問題(一)：蝸牛的眼睛對光度會有什麼反應？

方法：1. 準備枱燈、光度表、溫度計、電暖爐。

2. 在溫度 26°C 、光源距實驗桌面50公分的暗室中，觀察蝸牛在光度 $10\text{ lx} \rightarrow 500\text{ lx}$ 的情形下，眼睛伸出來活動的蝸牛個體數。

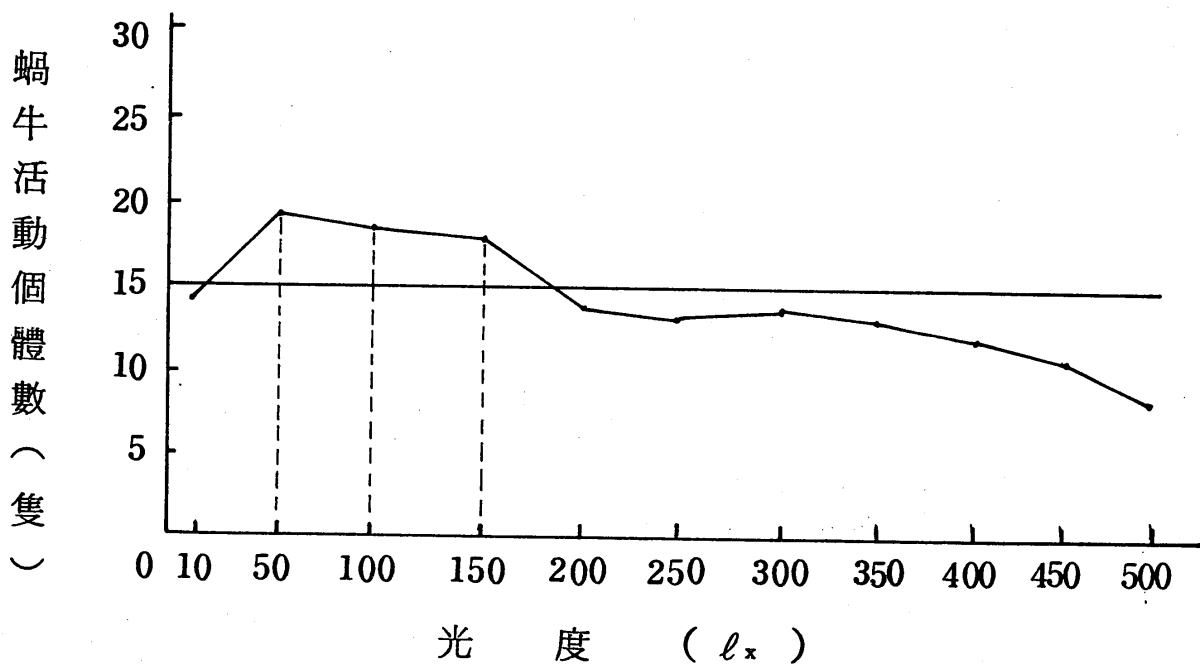
3. 每一種光度操作5分鐘，在觀察蝸牛眼睛伸出來活動的當中，隨時注意室內溫度的變化，操作電暖爐來控制室溫保持在 26°C 。同時紀錄蝸牛伸出眼睛來活動的個體數。

4. 經過5分鐘後，把光源切掉，再把實驗的蝸牛，前後左右掉換位置，並使其身體縮回殼內，3分鐘後，再進行下一組光度的實驗。結果(如圖一)

發現：1. 從三次實驗中，我們發現在光度 50 lx 、 100 lx 、 150 lx 下，蝸牛伸出眼睛來活動的個體數，較為多，三次的平均數分別是：19.6隻、19.0隻、18.3隻，均在實驗蝸牛數30隻的半數以上。

2. 超過光度 150 lx 以上，蝸牛的活動個數就依次遞減。

推論：1. 蝸牛的眼睛對光度有選擇性，喜歡 $50\text{ lx} - 150\text{ lx}$ 間的光度，對 200 lx 以上的光度，顯示不喜歡的反應。



圖一 光度與蝸牛伸出眼睛來活動的關係

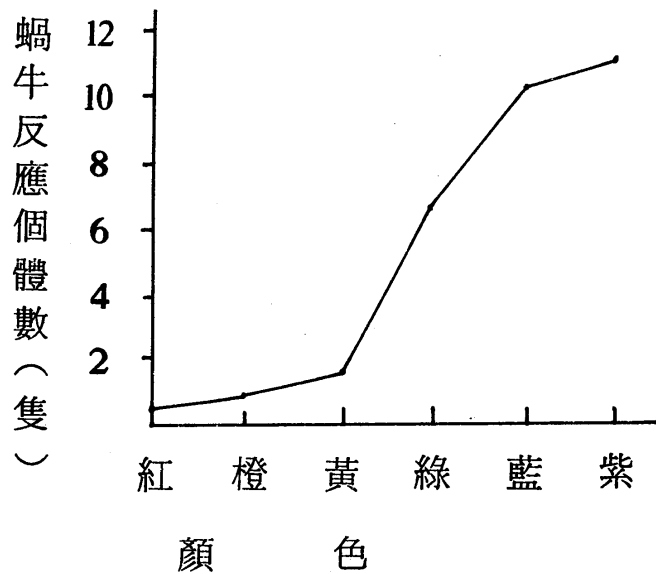
2. 這個實驗的結果，符合了我們觀察蝸牛在自然環境下的習性——蝸牛總是喜歡在黃昏、清晨或在陰暗的環境下出來活動。

問題(二)：蝸牛的眼睛對色彩會有什麼反應？

- 方法：
1. 進行這項實驗前，先將這些實驗的蝸牛「禁食三天」。
 2. 準備紅、橙、黃、綠、藍、紫等不同顏色的色紙張掛在木板上（各色紙排列順序不定），並在色紙前放置蝸牛喜歡吃的小白菜。（各色紙前的小白菜葉數均相同）。
 3. 在溫度 26°C 、光度 100 lx ——蝸牛喜歡的光度（已在實驗一發現）下，把蝸牛放在距離色紙前15公分處，並在色紙與蝸牛間灑下蝸牛喜歡吃的小白菜汁，以誘導蝸牛前進。紀錄爬向各色紙處的蝸牛個數。

結果：（如圖二）

- 發現：
1. 從三次實驗中，我們發現蝸牛喜歡往綠色、藍色、紫色的世界裏活動，其中以「紫色」的反應個數最多，（也是蝸牛最先抵達的一種顏色），「紅色」的反應個數最少。
 2. 從圖二中，我們又發現蝸牛對色彩的反應個數，隨著紅



圖二 蝸牛的眼睛對色彩的反應

、橙、黃、綠、藍、紫的順序而逐漸增加。

推論：從實驗的結果，我們發現蝸牛不是生活在黑暗的世界裏，而是生活在彩色的世界中。

問題(三)：蝸牛的眼睛能看多遠呢？

方法：1.先使實驗組的30隻蝸牛，個個都伸出眼睛來，才開始進行這項實驗。

2.選擇蝸牛不喜歡的顏色——紅色色紙（實驗二的發現），慢慢由遠而近的方式靠近蝸牛的眼睛，觀察蝸牛開始迴避色紙的距離，並用尺量該距離。

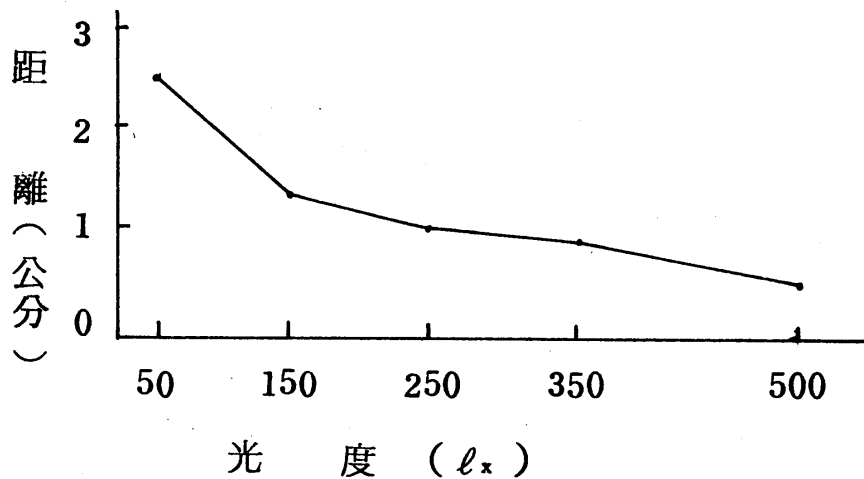
3.在光度 $50 l_x$ 、 $150 l_x$ 、 $250 l_x$ 、 $350 l_x$ 、 $500 l_x$ 下，進行方法 2 的動作，所量的距離為蝸牛能看見東西的距離。

結果：（如圖三）

發現：1.在光度 $50 l_x$ 下，蝸牛的眼睛能看到約 2.51 公分遠的物體。

在光度 $150 l_x$ 下，蝸牛的眼睛能看到約 1.36 公分遠的物體。

在光度 $250 l_x$ 下，蝸牛的眼睛能看到約 1.01 公分遠的物體。



圖三 不同光度下，蝸牛的眼睛開始迴避紅紙時，紅紙與眼睛的距離

在光度 350lx 下，蝸牛的眼睛能看到約 0.79 公分遠的物體。

在光度 500lx 下，蝸牛的眼睛能看到約 0.40 公分遠的物體。

2. 蝸牛的眼睛在弱光下要比在強光下，看得遠。

推論：在光度 50lx 下，蝸牛才能看到約 2.51 公分遠的物體，可見非洲大蝸牛的眼睛，是嚴重的大近視。

問題(四)：蝸牛的眼睛對外界的刺激物，會有什麼反應？

方法：1. 由於我們飼養蝸牛及進行各項實驗期間，發現蝸牛的眼睛只要碰到外界的物品，就會立刻縮回視觸角內，於是我們選擇了一些刺激物如：清水、氨水、酒精……等，來進行這項實驗。

2. 當蝸牛的眼睛完全伸出時，我們用滴管把刺激物滴在蝸牛的眼睛上，或在眼睛旁用煙燻，或用吹風機吹熱風，或將二隻蝸牛的眼睛相碰，觀察牠們的眼睛縮進視觸角的情形。

結果：(如表一)

表一. 蝸牛的眼睛對外界刺激物的反應

(+ : 眼睛有縮進視觸角)
 - : 眼睛沒有縮進視觸角

刺 激 物	清 水	糖 水	鹽 水	氨 水	雙 氧 水	硼 酸 水	酒 精	乾 沙	木 屑	燭 光	頭 髮	手	香	熱 風	二 眼 睛 相 碰 的 碰
第一次	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
第二次	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
第三次	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
第四次	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
第五次	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
備 註				距離蝸牛眼睛5公分遠眼睛就縮進去。		滴在蝸牛眼睛上就縮進去30秒才伸出眼睛	距離蝸牛眼睛1公分遠眼睛就縮進去。			距離蝸牛眼睛2公分遠眼睛就縮進去。			距離蝸牛眼睛4公分遠眼睛就縮進去。	眼睛會歪一邊。	二隻蝸牛的眼睛會很自然的避開。

發現：1.在五次實驗中，我們發現：蝸牛的眼睛受熱風吹會歪一邊，而不縮進觸角裏；兩隻蝸牛的眼睛相碰時，彼此的眼睛會很自然的避開，也不縮進觸角裏。至於其他刺激物，對蝸牛的眼睛，都有明顯的收縮反應。

2.在這些蝸牛眼睛有收縮反應的刺激物中，我們還發現到：當氨水靠近蝸牛的眼睛約 5 公分處，蝸牛的眼睛反應是「迅速收縮」。當硼酸水滴到蝸牛的眼睛時，牠的反應是「眼睛縮入觸角中的時間最長」。

推論：1.蝸牛的眼睛對外界刺激物的反應也相當靈敏。

2.在外界的刺激物中，蝸牛的眼睛尤其對刺激異味，反應是「迅速收縮」，因而推論牠的「嗅覺」也很敏銳！

3.由「實驗三」知道蝸牛的眼睛在光度 $50 \ell_x$ 下才看到約 2.51 公分遠的物體，又由「實驗四」得知氨水距離蝸牛眼睛約 5 公分遠時，就有收縮反應的事實可知：蝸牛的嗅覺是勝於蝸牛的視覺數倍哦！

問題(五)：蝸牛二個眼睛間的距離和觸角的長度有關嗎？

方法：1.當蝸牛的眼睛伸出來，四處張望時，用尺量蝸牛二眼間距離和視觸角的長度，並算出其間的比例即（二眼間的距離）／（視觸角的長度）。

結果：

表二 蝸牛二眼間的距離與視觸角的長度（公分）

蝸牛兩眼間的距離	1	1.4	1.6	2	2.8	3	3.4	4	5	6
蝸牛視觸角的長度	0.5	0.7	0.8	1	1.4	1.5	1.7	2	2.5	3
比例	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

發現：1.在我們進行這項實驗時，我們很驚訝的發現：蝸牛兩眼間的距離，居然和蝸牛觸角的長度呈 2：1 的關係。

2. 如果，蝸牛兩眼間的距離和觸角的長度呈 2:1 的關係，這是否還意味著其間還隱藏著什麼祕密呢？於是我們再進一步的觀察！果然，在我們觀察中，我們發現到一個有趣的現象，那就是：當蝸牛兩眼間的距離愈寬、視觸角的長度愈長時，蝸牛兩視觸角的基部，也相對的拉寬。有了這個新發現，於是我們很興奮的展開下一步的追蹤實驗。

方法 2：當蝸牛的眼睛伸出來，四處張望時，用尺量蝸牛兩視觸覺基部間的距離。

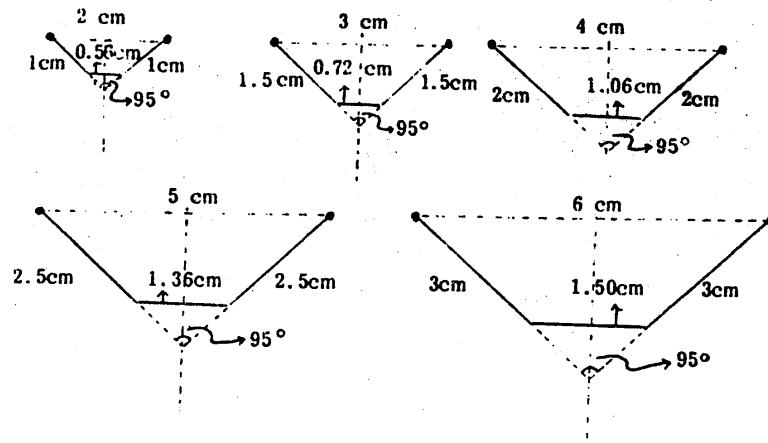
追蹤結果：1.

表三 蝸牛兩眼間的距離與兩視觸角基部間距離的關係(公分)

蝸牛兩眼間的距離 兩視觸角的基部 距離	2	3	4	5	6
第一次	0.6	0.7	1.0	1.3	1.5
第二次	0.6	0.8	1.1	1.4	1.5
第三次	0.5	0.6	1.2	1.4	1.4
第四次	0.6	0.7	1.1	1.3	1.5
第五次	0.5	0.8	0.9	1.4	1.6
合計	2.8	3.6	5.3	6.8	7.5
平均	0.56	0.72	1.06	1.36	1.50
視觸角基部間的 距離對兩眼間距 離的比例	$\frac{0.56}{2}$ = 0.28 約 1:4	$\frac{0.72}{3}$ = 0.24 約 1:4	$\frac{1.06}{4}$ = 0.265 約 1:4	$\frac{1.36}{5}$ = 0.272 約 1:4	$\frac{1.5}{6}$ = 0.25 約 1:4

2. 從以上的實驗，我們證實了這有趣的現象：當蝸牛兩眼間的距離愈寬、視觸角的長度愈長時，兩視觸角基部間的距離，也相對的拉寬。從表三得知視觸角基部間的距離約呈 1:4 的比例。

3. 圖解實驗資料：



再發現：從圖解實驗資料中，我們很高興的找出為什麼蝸牛兩眼間的距離會和視觸角的長度呈 2:1 倍數關係的祕密：原來蝸牛兩視觸角在基部始終呈 95° 的緣故啊！

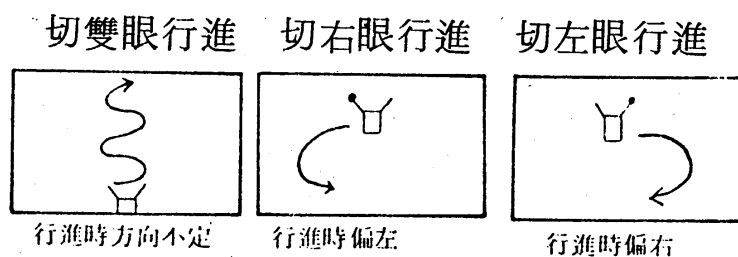
推論：不論蝸牛兩眼間的距離有多寬、視觸角的長度有多長，其間的比例是呈 2:1 的關係，兩視觸角張開的角度始終呈 95° ！

問題(六)：蝸牛的眼睛被切除後，對蝸牛的行走會有什麼影響？

方法：1. 準備銳利的剪刀、雙氧水、棉花球、在我們四人的每一個實驗箱內，分別剪去雙眼、單左眼、單右眼的蝸牛各一隻。

2. 把剪去眼睛的蝸牛，放在有單一顏色的紙上，且四周沒有蝸牛愛吃的蔬菜，然後觀察蝸牛的行進。

結果：如下圖所示：



發現：1. 切除雙眼的蝸牛，行進時方向不定且行進的速度很慢，（行進的姿態也和別的蝸牛不一樣，那就是每當牠前進時，牠的前觸角就像瞎子一樣，需先探路，確知前方安全才敢前進。）

2. 切除右眼的蝸牛，行進時偏左，或朝反時針方向行走。

3. 切除左眼的蝸牛，行進時偏右，或朝順時針方向行走。

4. 蝸牛的眼睛在切除前或在切除後，都不會後退走。

推論：從實際觀察得知：蝸牛的眼睛切除後，對蝸牛的行進會有不平衡的現象產生。

問題(七)：蝸牛的兩隻眼睛被切除後，什麼器官能取代被切除的眼睛來幫助蝸牛的行進？

方法：1. 準備蝸牛愛吃的小白菜汁。

2. 將切去雙眼的四隻蝸牛和切去單眼的八隻蝸牛分別放在同一條線上。

3. 距離蝸牛10公分遠，分別灑上小白菜汁，然後觀察切除雙眼、單眼的蝸牛有什麼反應。

結果：

表四 切除雙眼和單眼的蝸牛對小白菜汁的反應

＋：蝸牛走向菜汁

－：蝸牛沒有走向菜汁

切除眼睛的蝸牛	切除雙眼的蝸牛：4隻				切除單眼的蝸牛：8隻							
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8
第一次	＋	＋	＋	＋	－	＋	＋	－	－	－	－	－
第二次	＋	＋	＋	＋	－	－	－	＋	－	－	－	＋
第三次	＋	＋	＋	＋	－	－	－	＋	－	－	－	－

發現：1. 切除雙眼的蝸牛，靠著牠前觸角的幫忙，一步一步的朝著有菜汁的方向前進，最後紛紛抵達有菜汁的一端。

2. 切除單眼的蝸牛，有的朝菜汁方向前進，有的則在原地

玩耍，甚至還玩疊羅漢的遊戲！

推論：1.當蝸牛的兩隻眼睛被切除後，牠的前觸角能取代被切除的眼睛，來幫助蝸牛的行進。

2.蝸牛的前觸角會不會是蝸牛的嗅覺器官？

問題(八)：蝸牛的眼睛被切除後，能再生嗎？需要多長的時間呢？

方法：1.紀錄剪去四隻蝸牛雙眼，四隻蝸牛單左眼，四隻蝸牛單右眼的日期。

2.觀察並紀錄蝸牛眼睛再生的情形。(含每天溫度)

結果：

表五 蝸牛眼睛再生情形記錄表

天數	3	4	5	6	...	10	11	12	13	14	15	...	25	26	27	...		
切除雙眼	1	○																
	2		○															
	3	○																
	4	○																
切除右眼	1	○																
	2		○															
	3	○																
	4	○									⊙							
切除左眼	1	○																
	2		○												⊙			
	3	○																
	4		○					⊙										
再生情形	長出肉團	長出肉團	長出肉團				出現小黑點				出現小黑點			出現小黑點				
溫度	20° 18°	23° 19°	22° 19°	22° 18°	...	25° 21°	21° 26°	17° 13°	18° 13°	20° 16°	18° 14°	...	17° 12°	18° 13°	23° 15°	...		

發現：1. 切除後的眼睛，在第三天就長出白色的小肉團，但未見小黑點的出現。

2. 在切除眼睛的第11天，我們發現一隻切除左眼的視觸角頂端，出現了令人興奮的「小黑點」！

推論：蝸牛的眼睛好比蚯蚓的身體，被切除後，有很強的再生能力！其再生的視力情形，值得我們再研究下去。

四、實驗結論

(一) 蝸牛的眼睛對光度有選擇性，喜歡 $50 \text{ lx} \sim 150 \text{ lx}$ 間的光度，對 200 lx 以上的光度顯示不喜歡的反應。這個實驗的結果，符合了我們觀察蝸牛在自然環境下的習性——蝸牛總是喜歡在黃昏、清晨或陰暗的環境下出來活動。

(二) 在「蝸牛的眼睛對色彩會有什麼反應」的實驗裏，我們發現：蝸牛喜歡在綠色、藍色、紫色的世界裏活動，由此可知蝸牛不是生活在黑暗的世界中，而是生活在彩色的世界裏。

(三) 在我們搜集的書籍中，大家都不約而同的提到：蝸牛是個大近視。到底牠近視到什麼程度呢？沒有一個明確的說明，經過我們的實驗，我們得到了答案：在光度 50 lx 下，蝸牛才能看到約2.51 公分的物體，因而得知非洲大蝸牛的眼睛是嚴重的大近視。

(四) 蝸牛的眼睛對外界的刺激物反應也相當靈敏！尤其對刺激異味，反應更是迅速。當氨水距離蝸牛的眼睛約5公分遠時，牠的眼睛就立刻縮進視觸角內。因而推論蝸牛的嗅覺勝於蝸牛的視覺哦！

(五) 由實驗(五)「蝸牛兩眼睛間的距離與觸角的長度有關嗎？」我們發現到：不論蝸牛兩眼間的距離有多寬，視觸角的長度有多長，其間比例呈2：1的關係。更令人興奮的是我們發現到：兩觸角張開的角度始終呈 95° ！

(六) 蝸牛的眼睛被切除後，對蝸牛的行進會有不平衡的現象產生。例如：切除雙眼的蝸牛，牠的行進方向就不定。切除右眼的蝸

- 牛，牠的行進方向會偏左，有時還朝反時針方向行走。切除左眼的蝸牛，牠的行進方向會偏右，有時還朝順時針方向行走。
- (七)當蝸牛的兩個眼睛被切除後，牠的前觸角能取代被切除的眼睛來幫助蝸牛的行進。在這個實驗，我們還推論蝸牛的前觸角會不會是蝸牛的嗅覺器官？
- (八)蝸牛的眼睛好比蚯蚓的身體，被切除後，有很強的再生能力——一切除後的眼睛，在第三天長出白色的小肉團，第11天出現小黑點。其再生的視力情形，值得我們研究下去。
- (九)從文獻資料中，得知：非洲大蝸牛的身體含有「廣東肺吸蟲」。所以每次實驗完後，別忘了一定要用肥皂，洗淨雙手哦！

五、參考資料

- | | | | |
|-----------------------------|----------------------|------|-------------------------|
| (一)世界動物圖鑑 | 林春暉 | 1985 | 光復書局出版 |
| (二)世界動物百科 | 廖明志 | 1984 | 廣達書局出版 |
| (三)蝸牛和蛞蝓 | 賴景陽 | 1983 | 圖文出版社出版 |
| (四)世界動物百科——
蝸牛 | 張崑雄、鄔宏潘 | 1979 | 地球出版社出版 |
| (五)冷血動物 | 張之傑 | 1983 | 文道出版社出版
(P. 46-70) |
| (六)生態學 | 彼得·法布 | 1977 | 自然文庫出版 |
| (七)環華百科全書 | 張之傑 | 1982 | 環華出版事業有限公司出版 |
| (八) Invertebrate
Zoology | Paul A.
Meglitsch | | Drake University |
| (九)兒童百科圖鑑 | 林春暉 | 1978 | 光復書局出版 |
| (十)小牛頓 | 高源清 | 1984 | 牛頓雜誌社出版 |
| (十一)中國孩子的疑問 | 楊平世 | 1982 | 第一版文化事業有限公司 |
| (十二)四月的春天 | 楊允文 | 1985 | 人類文化企業出版 |
| (十三)自然界奇觀 | 張樹柏 | 1977 | 讀者文摘遠東有限公司 |

			(P . 54.55.)
(齒)科學眼	林宏田	1986	科學眼雜誌社 (1 月 1 日)
(齒)幼獅少年	胡 軌	1982	幼獅文化事業公司 出版 (P . 24-27)
(肉)非洲大蝸牛	張寬敏	1975	中國貝誌
(肉)貝友	張寬敏、賴景陽 等 7 人	1984	中華民國貝類學會 發行
(肉)貝類學報	楊世俊	1985	中華民國貝類學會 編輯 台灣省立博物館出 版
(肉)台灣畫刊(7月)	鍾振宏	1984	台灣畫刊雜誌社出 版
台灣畫刊(8月)	鍾振宏	1984	台灣畫刊雜誌示出 版
台灣畫刊(9月)	鍾振宏	1984	台灣畫刊雜誌社出 版
台灣畫刊(10月)	鍾振宏	1984	台灣畫刊雜誌社出 版

評 語

本作品對於蝸牛「眼睛」做有系統的觀察實驗，內容包括其對光度、色彩、外界刺激物的反應；以及切除後的行為改變等，實驗過程之發展尚屬合理，數據豐富，實為難得之觀察報告。惟關於能「看」多遠部分的實驗設計有瑕疵，無法證明蝸牛所「看」到的距離，或僅是對於強光（或較強光）的「迴避行為之發生距離」，實為可惜。