

神祕K書客——衣魚

高小組生物科第二名

台北市立天母國民小學

作者：張硯拓、林哲宇、陶景虹、蔡豐任

指導教師：賴雅芬、李光華

一、研究方法及結果

〔試驗一〕衣魚大特寫：

(一)外部構造：

1.方法：(略)

2.結果：衣魚有二根觸鬚三根尾鬚，沒有單眼，複眼退化成由12個排列不緊密的圓形小眼組成的「聚眼」。具有頭部一節，胸部三節，腹部十一節（最後一節延伸出中央尾絲）。胸部的三個體節各長出一對腳。有善於嚼咀的口器，背部佈滿銀灰色鱗片。

(二)蛻皮過程：

1.方法：(略)

2.結果：

蛻皮前：當衣魚體色漸變灰後，持續幾天全身乳白色在一夜之間突然變灰約過一、二天就蛻皮了。

蛻皮過程：低頭腹部肌肉收縮，把舊皮往尾部推至緊繃，背部舊皮呈丁字形繃裂，舊皮繞過頭部往後蛻，最後向前爬出完成蛻皮。整個過程自凌晨4：30～5：10約四十分鐘完成。

蛻皮後：全身鱗片完整，原來受傷折斷的觸鬚、腳及尾鬚均可再生。有時會吃掉自己的舊皮，約每隔20～30天蛻一次皮。

(三)卵孵化過程：

1.方法：(略)

2.結果：(自己養的衣魚尚未產卵)

(1)卵乳白色，橢圓形，半透明，直徑約0.1公分，快孵化時可看見聚眼和體節。

(2)第一次觀察的卵不到五分鐘的時間，全部出來了。第二次觀察的卵來源不同，速度較慢，過程約30分鐘：先是眼睛出來，再來是頭部，然後整個身

體呈蝸牛狀捲曲，最後尾部才出來，但第二天小衣魚都死了。

(3)小衣魚體表無鱗片，身體略透明，觸鬚尾鬚較短，胸腹部背板一樣寬，頭部與胸部一節一樣大。

〔試驗二〕牠們都是吃什麼長大的呢？

(一)食物嗜好：

1.方法：（略）

2.記錄表格：

項目 記錄 組別	食物種類	體長 (公分)	反應情形			備註
			第一天(27℃)	第二天(22.5℃)	第三天(22.5℃)	
ㄅ	白吐司	1.2	放下去馬上吃	上午吃了一分鐘	沒有	
		1.15	沒有	沒有	沒有	
ㄆ	全麥吐司	1.25	放入後20分鐘開始吃，吃了7分鐘後跑開	沒有	沒有	
		0.9	放入8分後開始吃一下子又跑開	沒有	沒有	
ㄇ	饅頭	1.45	放入後19分開始吃	沒有	早上二隻都趴在饅頭上吃	
		0.9	沒有	中午吃一分鐘		
ㄋ	白砂糖	1.25	放入5分鐘開始吃，一下子後在砂糖堆上爬來爬去	早上8:00趴在糖堆旁吃	沒有	
		1.1	沒有	趴在糖堆上	沒有	
ㄌ	冰糖	1.3	吃了一下子	沒有	沒有	
		0.95	沒有	沒有	沒有	
ㄎ	梨子	1.2	沒有	沒有	沒有	
		1	沒有	沒有	沒有	
ㄎ	橘子	1.2	沒有	沒有	沒有	第四天脫皮
		1.1	沒有	上午爬上橘子吃了一會兒又掉下來了		

力	豬 肉 (生、熟 各一塊)	1.2	小的用觸鬚挑 釐大的，大的 用中央尾絲攻 擊小的。小的 觸鬚碰熟豬肉 後爬上去吃	上午8:17有糞便	愛爬上角落	第 四 天 死 亡 且 變 得 很 短
		0.95		下午4:11爬上 瘦的生豬肉	下午3:32發現 仰躺，不斷掙 扎，翻牠才可 翻回背朝上， (別的衣魚也 翻不過來，牠 一翻就翻過來 且翻不回去)	
《	魚 肉	1.2 ♀	沒有	沒有	沒有	
		1.15 ♂	沒有	沒有	沒有	
ㄅ	香 腸	1.2	後半身變白	沒有	沒有	
		1.15 ♂	沒有	沒有	沒有	
厂	衛 生 紙	1.15	沒有	上午8:20衛生紙 上發現有缺口	8:13用觸鬚碰了 食物就走了	
		0.8	後半身變白	沒有	沒有	
ㄣ	面 紙	1.25	沒有	沒有	沒有	
		0.8	爬上去一下子 就離開	沒有	沒有	
<	厚 紙 板	1.4	沒有	有少許糞便	用觸鬚碰紙板 四週	
		0.9	躲在紙板下方	有少許糞便， 躲在紙板下方	躲在紙板下方	
丁	瓦 楞 紙	1.3	躲在紙下方	躲在紙下方	躲在紙下方	
		0.9	躲在紙下方	沒有	沒有	
虫	羊 皮 (附毛)	1.2	沒有	有少許糞便	躲在羊毛後面	
		1	在羊毛裡	有少許糞便	躲在羊毛後面	
彳	羊 毛 線	1.1	用觸鬚碰了碰	有少許糞便	沒有	
		0.9	爬到線上	有少許糞便	沒有	
尸	卡 斯 米 龍 線	1.3	沒有	用觸鬚碰了碰 有少許糞便	用觸鬚碰了碰	
		0.8	沒有	有少許糞便	沒有	
回	布		沒有	沒有	沒有	此 二 個 實 驗 是 校 內 科 展 做 的 當 時 沒 記 錄 體 長
冂	乾 硬 漿 糊		沒有	沒有	沒有	

3.結果：

(1)衣魚有吃的食物是：白吐司、全麥吐司、饅頭、白砂糖、冰糖、豬肉和衛生紙。

(2)完全沒反應的是：梨子、香腸、魚肉、布、乾硬的漿糊，其餘均稍微有反應。

(二)紙的試驗：

1.方法：(略)

2.記錄表格：(略)

3.結果：

(1)根據食量來看，衣魚最喜歡吃的紙是白報紙、衛生紙、圖畫紙、報紙、面紙、餐巾紙還稍微有吃，其他的紙類都沒興趣。

(2)根據體長變化，衣魚吃衛生紙長最快，再來是圖畫紙，最後是餐巾紙，其餘都是負成長。

(3)由記錄中還可發現衣魚的體長會隨氣溫降低而稍微縮短。

[試驗三]牠們有多大能耐？——環境適應度：

(一)溫度

1.方法：(略)

2.記錄表格：

組 瓦數或 冰塊數	溫度 及反應	天數	體長 cm	甲	乙	丙	丁	戊	己	庚	辛	壬
				0	5	10	25	40	60	100	20塊冰塊	7塊冰塊
				0.6	0.55	0.75		0.8	0.65	0.85	0.75	0.6
				0.5	0.8	0.75		0.65	0.75	0.7	0.7	0.5
1	℃			18.5	18.5	19		19	23	21		
	反應			沒反應	沒反應	沒反應		沒反應	沒反應	沒反應		
2	℃			19	19.5	20		燈泡燒壞	36	35		
	反應			沒反應	沒反應	沒反應		沒反應	水全乾二隻 躲在紙裡	水全乾一隻 仰躺在水杯 下方		
4	上午			20	20	20	20	20	20	20		
	中午			20	21	22	26	26.5	22.5	38		
	下午			20	21	22	27	27	35	38		
	反應			沒反應	沒反應	沒反應	沒反應	下午加水	下午加水	死一隻加水		
5	上午			21.5	22	23	28	29	37	39		
	中午			21	22	23	30	35	47	46	15	13
	下午			21	22	24	30.5	36	48.5	44.5	6	11
	反應			沒反應	沒反應	沒反應	沒反應	沒反應	發現一隻死 蚊子	中午一隻正 在脫皮失敗	沒反應	沒反應

6	上 午	19	20	21	28	34	43	43	7	11
	中 午	19	21	22	32	40	54	63		
	反 應	沒反應	沒反應	沒反應	沒反應	糞 便 很 多	死一隻觸角全斷體色近黑腳斷產卵管末端焦黑	蛻皮失敗那隻死亡其他也全死糞便很多		
平 均 溫 度 (後二天℃)		20	21.3	22.5	30	36.3	48	49		

3.結果：

- (1)辛組放入第二天，二隻看似死亡，其中身體變軟那隻，發現口器還稍微動馬上救起加溫到20℃時，身體伸直，到26℃時背拱起來，待會便正常活動了。另一隻快不動的，也馬上用100W照光，到15℃時背拱起，最後救活了。
- (2)另一組用100W燈泡慢慢加熱，剛開始衣魚無明顯反應，但加熱到46℃時衣魚開始繞著燒杯底繞圈圈，49℃時有點昏，53℃時爬行速度變慢，54℃時觸角抖動爬到一半便翻身死亡，身體有些乾觸鬚和尾鬚末端焦黑。我們做了二次，其中一隻馬上救起，用冰塊在周圍降溫，救活了；另一隻無法救活。
- (3)根據本實驗可發現衣魚可容忍的溫度是7~50℃，因時間短反應慢看不出明顯的最適合溫度，但可發現40℃以上就開始有死亡現象，且糞便很多。46℃時蛻皮失敗。

(二)濕度：

1.方法：（略）

2.記錄表格：

(1)反應情形

天數	溫度 溫度℃	組別 濕度和反應	甲		乙		丙		丁	
			濕度	反應	濕度	反應	濕度	反應	濕度	反應
1	18		46%	無反應	48%	無反應	66%	無反應	48%	無反應
2	17.5		19.5% 20%	體色變白	36.5% 38%	最小隻的 體色變白	75.5% 75%	無反應	80% 80%	燈泡燒壞 重換
3	17.5		25%	無反應	36.5%	無反應	50%	二隻趴在 紙下	70%	無反應
5	19		10%	無反應	48%	無反應	70%	紙有缺口	75%	無反應
6	20		38%	紙有缺口	56%	紙有缺口	70%	許多糞便 走來走去 紙有缺口	60%	無反應
7	18		20%	有吃	56%	有吃	63%	有吃	79%	燈泡燒壞 重換
8	17		35%	一隻死亡 二隻躲在不 織布與膠帶 縫中	60%	無反應	68%	無反應	80%	無反應
10	18		32%	死亡那隻 頭和一半胸 全黑右前腳 斷尾鬃剩中 央一小段	58%	無反應	70%	無反應	65%	無反應
平均濕度(%)			26		49		68		71	

(2)食量：(以方格紙一小格為計算單位，即一平方公厘)

天數	組 累計格數	甲	乙	丙	丁
5		0	0	4	0
6		3	4	11	0
7		3	4	18	0
8		3	4	30	0
10		3	9	63	4

(3)體長變化

天數	組 體長 cm	甲			乙			丙			丁		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1		1.4	1	1.4	1.3	0.85	0.85	1.35	0.95	0.75	1.1	1.25	1.3
6		1.4		1.4	1.3	0.9	0.9	1.4	1	0.8	1.1	1.2	1.3
8		1.35			1.2	1	0.8	1.25	0.8	0.75	0.75	1.2	1.3
變 化 量		-0.05	0	0	-0.1	0.15	-0.05	-0.1	-0.15	0	-0.25	-0.05	0
平 均 變 化 量		-0.02			0			-0.08			-0.1		

3.結果：

- (1)根據反應可發現濕度太低，衣魚無法正常生活，體色變白，甚至死亡。
- (2)根據食量可發現衣魚最喜歡的濕度是68%左右，若高於80%衣魚幾乎不吃，但濕度低到10%，高到80%衣魚仍能存活。
- (3)若根據體長變化，則衣魚似乎較喜歡較低的濕度約49%，但測體長誤差較大，可信度較低。

(三)耐飢餓度：

1.方法：（略）

2.記錄表格：（略）

3.結果：

- (1)由實驗結果可知衣魚耐飢餓的能力非常的強，忍受了二個多月卻仍能存活，除了其中一隻在第九天死亡外，其餘二隻至今仍活著。
- (2)耐飢餓組的體長有變短的趨勢，體色先變淺再變黑。
- (3)耐飢餓對照組食慾非常好，活動量也較高。
- (4)耐飢餓組到第11天有打鬥的現象，可能是搶食屍體，可能是自相殘殺，但後來還是相安無事。

〔試驗四〕族群關係：

1.方法：（略）

2.記錄表格：

反 應 溫 度 天 數	衣 魚 組 數	甲	乙	丙	丁	戊	己	庚	辛
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	12	沒反應	沒反應	沒反應	沒反應	早上放入下午有一隻有問題捲曲不動另外隔離	沒反應		
2	15	沒反應	沒反應	沒反應	沒反應	昨日隔離原本死了觸角所動以管	沒反應		
3	15	沒反應	沒反應	下午死一隻	沒反應	昨日放回的已死且又死一隻	沒反應		
5	17	沒反應	沒反應	有一隻幾乎沒體力翻過來後翻不回去	沒反應	死的那隻腹部破一個洞被吃	沒反應		
6	18	翻身了腳還能微抖已差不多了	沒反應	有一隻肚子破一個洞像被吃	沒反應	死的那隻變黃腳已沒有了且另一隻根本還沒死	有一隻已不太動只有勉強動一下		
8	17.5		沒反應	沒反應	死一隻	一隻被吃光	沒反應	死了二隻翻不回去	一隻有問題
剩餘隻數		0	2	1	3	3	5	5	7

3.結果：由數據可知衣魚在底面積20平方公分的試管中最多只適合三隻生存，太擁擠時，即使有食物也會自相殘殺。

〔試驗五〕與其他生物共處的情形：

1.方法：（略）

2.結果：

(1)蚊子：12小時雙方都沒事。

(2)螞蟥：雙方互不侵犯，但二小時後二隻螞蟥都死了，一隻翻身觸角彎曲，一隻死在角落。後來屍體剩下二個頭。

(3)蟑螂：完成不干擾雙方。

(4)長腳蜘蛛：剛開始雙方撞上就開溜，後來衣魚停在原地，觸鬚一直動，長腳蜘蛛會主動挑釁。

註：其他實驗期間，也偶爾有螞蟥跑進箱中，但發現時都只剩下頭。

〔試驗六〕觸鬚或尾鬚對行為的影響：

1.方法：（略）

2.結果：

(1)完整的：走直線

(2)剪觸鬚：缺左觸鬚→向右轉彎。

缺右觸鬚→向左轉彎又向右彎。

缺右觸鬚→向左，一下又向右，又向前走。

(3)前尾鬚：缺左尾鬚→沒明顯改變。

缺右尾鬚→向右偏。

缺左及中央尾絲→向左偏。

缺右及中央尾絲→向右偏。

缺中央尾絲→身體無法平衡左右晃動方向很亂。

二、討 論

(一)衣魚為昆蟲中無翅亞綱纓尾目衣魚科，是一種原始昆蟲，但由於國內對衣魚的研究很少，參考資料有限，所以對於不同來源的衣魚，我們仍無法確切分辨是否同種，只能讓同一個實驗中用同一來源的衣魚來做。

(二)衣魚的來源有限，又要顧慮來源，真正能用於實驗的數目不多，再加上一個實驗若只有一個數據會不客觀，所以許多實驗計畫只好割捨了。

(三)1.蛻皮過程最完整的記錄，是在凌晨完成的，後來發現衣魚也會在白天蛻皮，可能與牠生長的环境與生理週期有關。

2.剛蛻完皮的衣魚全身黑色，活動後鱗片會部分脫落體色漸變淡，持續幾天後，在一夜之間突然變灰，推測是要蛻皮前舊皮下方長出新鱗片，隔著舊皮而成灰色，至此，再隔一、二天就蛻皮了。

3.蛻皮後體長無明顯改變，要等一段時間才會稍微增長，可能慢慢將新皮撐大吧！

- (四)1.我們替衣魚布置了二個舒服的家，並且各放了幾隻雌和雄的衣魚，讓牠們交配繁殖，但到說明書送打爲止，都無結果，我們好失望！可能是我們布置的家牠們不喜歡，也可能是冬天牠們不交配繁殖。但是後來在家中有衣魚的舊布上找到乳白色半透明的顆粒，疑似卵，趕快放入培養皿中觀察，真的就在當晚有幾顆卵已孵出小衣魚了，隔天趕快拿到解剖顯微鏡下想拍完整的過程，但實在太快了，不到五分鐘就全部出來了，下次技術要改進。
- 2.目前小衣魚均已死亡，可能是小衣魚需要特別的環境或食物，仍未知。
- (五)做食物嗜好實驗中，牠的食量小得連微量天平都秤不出來，結果無法用數字表示。但若增加實驗天數，有些食物的水份會散失，也無法以秤重表示，不過仍能明顯看出牠對澱粉類的食物較有興趣。（豬肉除外）
- (六)1.紙的試驗中，體長變化的結果和食量的結果有些出入，但我們認爲食量的數據較具可信度，推測原因如下：
- (1)體長會受氣溫影響且衣魚是活動的測量體長的誤差較大。
- (2)衣魚雖有分大小，但仍很相近，可能測量時弄錯順序。
- 2.各種紙的厚度不同，用透明片測食量會有誤差。
- (七)1.溫度試驗中，因時間較短，且較早做，未找到較適合測食量的方法，所以無法看出最適合的溫度，但我們找到溫度的最大容忍範圍。
- 2.溫度實驗中，發現衣魚真的很“耐命”，不但能容忍的溫度範圍很大，而且溫度太高或太低，直到牠不動了或翻身了，馬上降溫或升高溫度仍能將牠救活。
- 3.由於借不到適當的溫度控制箱，我們用燈泡加熱，但衣魚又不太喜歡光，所以用墨汁將燈泡塗黑，只是無法塗得很均勻，所以仍有部分洞，造成某些角落較亮，可能會影響結果。
- 4.高溫組別杯內水蒸發得很快造成濕度的變化，也會造成誤差。
- (八)1.濕度試驗中，因裝置簡陋，濕度不能較穩定地控制，且因丁組用加溫的方式提高濕度，溫度會有些許差異。再加上每杯爲了避免衣魚悶死，仍留有小洞造成丁組很快蒸乾，濕度上升一會兒又會下降，較不穩定。
- 2.由於時間不夠無法預見濕度對蛻皮的影響。
- 3.根據實果衣魚仍較喜歡常溫下的濕度，食量明顯地增加。台灣地處亞熱帶，平常濕度就很高，剛好適合喜歡潮溼的衣魚，難怪早期在高雄有一次衣魚大發生造成不少災害。
- (九)耐飢餓試驗中，衣魚維持了二個多月沒吃東西了仍無恙，真是厲害，且體長變化不大，但實驗中有一些誤差未能克服：

- 1.同一箱中有衣魚死亡時，未能及時取出，其他衣魚會來吃。
 - 2.衣魚會吃蛻下來的皮，所以無法守著等拿牠的舊皮，因此牠並不是真的都沒吃，故仍有些誤差待下次改進。
- (十)1.族群關係中，由於衣魚數目不足及時間關係只做到六隻，庚、辛二組時間不夠較不可信。
- 2.衣魚偏好澱粉類食物，但仍會自相殘殺，吃對方的屍體，是環境所逼嗎？
- (十一)本來想探討衣魚的天敵為誰？為何可存活這麼久？但在家中常見的昆蟲都不與牠發生反應。奇怪的是螞蟥和牠互不侵犯卻死了，推測原因可能是：
- 1.那隻螞蟥本來就不健康。
 - 2.衣魚會分泌某種螞蟥無法接受的分泌物。
 - 3.侵犯時剛好沒觀察到（上課時間無法守著牠們二小時）
- (十二)1.觸鬚實驗中發現缺中央尾絲對平衡影響最大，其他觸鬚和尾鬚的反應都不明顯，可能因為衣魚數目不夠數據太少，或因為衣魚太小不易將觸鬚全部剪掉，所以影響部分實驗結果，不過可以確定中央尾絲對平衡的影響很大。
- 2.推測觸鬚主要功能可能是嗅覺或味覺，多用於尋找食物或感覺周圍環境，而尾鬚才是控制平衡的主角。

三、結 論

- (一)1.衣魚是無變態昆蟲，剛孵出的小衣魚和雙親十分相似，唯不能由外表分辨性別，經數次蛻皮後，可由產卵管之有無來分辨。
- 2.衣魚喜歡吃澱粉類食物，尤其是衛生紙，可容忍的溫度是7~50℃，最適合濕度是68%（約台北常溫下濕度），在20平方公分的底面積可容忍衣魚數是3隻。
 - 3.家中昆蟲多能與其和平共處。（螞蟥除外）
 - 4.衣魚喜歡躲在陰暗的角落或夾縫中。
- (二)此次實驗結果並不算太明顯，因其個體小反應慢，可能因此才會較少人研究，文獻上的資料也較少，不過經過此次實驗終於明白牠為什麼會有「活化石」的美譽。
- (三)由於牠無聲無臭，又不會亂飛不太亂跑可做為觀察昆蟲的好教材，要飼養更容易，只要一點麵包屑或衛生紙，就可長期飼養。我們研究過程中，還有觀察到：有些調皮的會去逗別人，甚至還會伏地挺身、排隊行走…等。真是有趣，可惜時間與數量的關係，記載不夠完備無法呈現，不過在此提供給有興趣的人參考。

(四)這麼可愛的昆蟲若吃了你心愛的書或衣服就不可愛了，所以除了噴殺蟲劑之外，還可以從牠的生活環境著手來防治：

- 1.保持乾燥，定期清理。（尤其是死角）
- 2.廢棄的紙或布不要亂丟，要常翻動。
- 3.牠很容易隨紙箱進入家中，所以紙箱裝東西回家時要小心處理。
- 4.牠較不喜歡牛皮紙和銅板紙，出版業者可考慮用這些紙來出書，以利好書的珍藏。

(五)這樣一路下來，實驗雖然簡陋，過程雖然辛苦，卻發現連書本上都找不到，老師也不知道的現象，希望這是個開始，能引起多一些人來研究，對牠多了解一點，就可防治牠和牠和平共處，也不會給我們帶來麻煩了。

四、研究心得與感想

我們和衣魚朝夕相處後，深深地感受到每一種生物都是很可愛的。衣魚會被我們稱為害蟲，是因為牠會吃我們的書和衣服，但若不是家中的衣櫃或書櫃太少翻動整理，牠也不會大膽入侵的。見蟲就殺或使用殺蟲劑都只是暫時的方法，食物就在那兒，牠們當然會再來，況且殺蟲劑對人也不好，甚至有些蚊子已對殺蟲劑有免疫力了，再這樣下去，殺蟲劑不但不能殺蚊子，反而傷害了人及其他無辜的生命。真正解決的方法是去除牠們可孳生的環境，也就是環境要常清理，這樣不但對我們自己有好處，也可以和其他生物和平共處，畢竟這個地球不是人類所有的，沒有其他生物，人類也無法生存。所以該存活的就讓牠存活，我們只能盡力而為，未必需要大屠殺，否則造成生態不平衡也不是件好事呢！相信這個實驗還有繼續研究的價值，我們的實驗仍在進行中，期待有更突破性的發現。

五、最新發現

就在說明書送打之後，當天晚上發現我們布置給衣魚的二個家中有卵了，真是太棒了！

第一箱：一月中旬放入以「布」當食物，還放入小塊吐司及一根橘子纖維，全部共有十隻衣魚，大小不等，較大的雌衣魚只有一隻，此箱在二月十八日發現九顆晶瑩剔透的卵。

第二箱：二月六日放入以「衛生紙」當食物，二隻雌的四隻雄的，於二月十八日發現十顆卵。

這次的突破讓我們驚喜萬分，牠們終於在我們布置的環境下產卵了。可能是季節到了；可能是這幾天連續下雨濕度夠了；也可能是其中有幾隻是剪過觸鬚或尾鬃

而被刺激的，不論如何這次新發現帶給我們莫大的鼓勵，我們會繼續觀察牠們，要等待牠們孵化長大，期待有更精彩的突破。

評 語

衣魚在家中是常見的昆蟲，惟許多學生並沒有做詳細的觀察，本作品，即做專對衣魚作很詳細且有系統的作研究，內容包括形態學，及生理學，且有其族群關係作詳細觀察及記錄。

在進行研究時以其相片及數據來印證觀察的正確性，雖然衣魚來源不易，觀察的隻數亦不多，不過在有限的材料中作很詳細的觀察，並作適當的推理，是開始學習科學研究的初學者應有的態度。