

福壽不綿長，AI 有辦法

摘要

本研究是以福壽螺(又名金寶螺)為研究主題，從六年級的自然課「台灣的外來入侵種生物」了解到福壽螺對台灣生態的危害，已成了農人最棘手的問題。而在農田中多是使用農藥或化學藥劑來處理福壽螺，但這種方式卻是不環保也嚴重傷害農田的生態環境。因此先進行生態農田的田野調查，再訪問自然農法專家，了解自然農法對於福壽螺的防治有何策略，進而研究福壽螺對食物的愛好、水溫、光線、水位對福壽螺活動力的影響進行研究。從中研究出福壽螺適合的環境，並利用 MakeCode 撰寫程式，結合 Micro:bit 和 KSB039 來製作 AI 智慧裝置，打造出福壽螺喜歡的環境，藉此捕捉福壽螺，讓農作物免受福壽螺的啃食，也可讓農田在自然的使用下得以永續發展。

【關鍵詞】：福壽螺、AI 智慧裝置、生態農法

研究主題：福壽不綿長，AI 有辦法（國小生活與應用科學組）

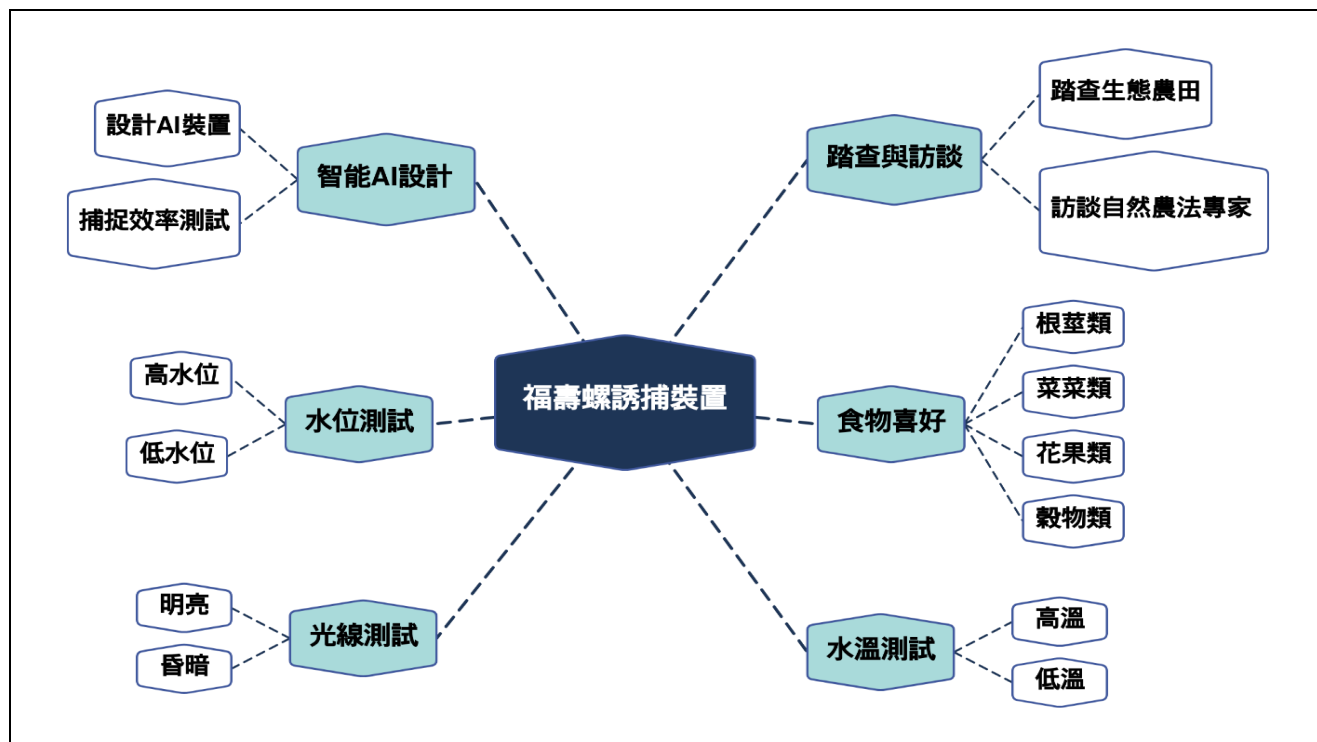
內文：

壹、研究動機

花蓮米是台灣優質的好米，但是一到農田就看到翠綠的稻田中總有許多粉紅球粒的點綴。自從福壽螺被引進之後，農田的生態就受到極大的影響，剛生長的稻苗就被福壽螺吃得一乾二淨，成為農田的頭號殺手，再加上牠們的繁殖能力強，因此福壽螺成了農民的椎心之痛。恰巧自然課提到福壽螺屬於外來種生物，深知牠們對生態環境會帶來嚴重的破壞，而有創客背景的我們，想用省時省力的 AI 人工智慧來誘捕農田中的「掠食者」，希望透過 AI 智慧的设计幫助農人抵禦外敵，也為生態環境盡一份心力。

貳、研究目的

一、研究概念圖



二、研究目的

- (一)了解福壽螺的生長環境與天然的防治策略
- (二)探究福壽螺喜愛的食物
- (三)探究水溫對福壽螺的影響
- (四)探究光線對福壽螺的影響
- (五)探究水位高度對福壽螺的影響
- (六)設計 AI 智慧裝置

三、研究進度甘特圖

9月	■	■						
10月	■	■	■					
11月	■		■	■				
12月	■			■	■			
1月	■				■			
2月	■				■			
3月	■				■	■		
4月	■				■	■		
5月	■						■	■
工作項目	蒐集資料	發現問題	確認主題	研究設計	研究實作	撰寫論文	論文發表	論文修正

參、研究歷程

研究一、踏查農田與訪談自然農法專家了解福壽螺生長環境與防治策略

(一)研究器材：

紙、筆、相機、觀察日誌、訪談大綱(詳見附錄一)

(二)研究方法：

- 1.踏查生態農田瞭解福壽螺的棲地環境。
- 2.訪談自然農法專家-廖美菊老師，了解福壽螺的危害與防治策略。

(1)踏查記錄


1.觀察生長環境	2.查訪農田環境裝置	3.拍照紀錄農田設置	4.手寫紀錄資料
			

(2)訪談紀錄

1.設計訪談大綱	2.訪談生態專家	3.手寫紀錄資料	4.回校整理與分析
			

(三)研究結果：

1.田野調查

照片紀錄		農田說明	
		地點	1 號生態農田
		環境介紹	農田已休耕 2 年，透過靜置的方式，改善土壤酸鹼值，因此目前沒有規劃種植農作物。
▲圖 1-彎曲的溝渠	▲圖 2-乾水位區	踏查記錄	1.田中有設計一條彎曲的溝渠，來控制水位高低。(圖 1) 2.河道大致可分三區域，分別為高水位區、低水位區、完全乾枯的河道。(圖 2) 3.深水為有較多的福壽螺，淺水位區有較多的台灣原生種石田螺。(圖 3) 4.溝渠旁雜草叢生，溝渠中有一些菱角和蓮藕。(圖 4)
			

照片紀錄		農田說明	
		地點	2 號生態農田
		環境介紹	農田透過生態農法，標榜天然、不採用化學農藥、驅蟲劑等藥劑，來種植農作物，農田中有許多動植物。
▲圖 5-溝渠中的網子	▲圖 6-生態豐富的動植物	踏查記錄	1.溝渠中有架設網子來圍堵福壽螺。(圖 5) 2.生態豐富，有田鼠、白鷺鷥等生物。(圖 6) 3.農田裡有一墩一墩的小土堆，土堆上有種植物，低窪處有些福壽螺。(圖 7) 4.農田中的福壽螺不多，有農人定期撿拾福壽螺。(圖 8)
			

2.訪談紀錄

時間	2022-01-20	地點	1 號生態農田
受訪者	生態農法專家-廖美菊老師	訪談者	六年級學生
訪談資料彙整-Q&A			
主題	內容		
Q： 生態農田 理念	A：生態農田是想打造無農藥、無化學的農田環境，讓人類與生物共生共榮。		
	A：當使用農藥來耕作，會使生物都滅絕。當吃進去的東西含有農藥殘留，對我們(人體)也不太好。		
	A：打造生態農田不是一件簡單的事，但卻是有意義的事。		
Q： 福壽螺的 生態環境 與習性	A：福壽螺喜歡水，會往高水位的地方爬行。但太高牠們似乎也不太喜歡。		
	A：當水位低時，福壽螺會挖洞，利用口蓋把自己蓋起來，以減少水分散失。		
	A：螺本身不會往沒有水的地方移動，除非是產卵時才會移到較高的地方或向陸地攀爬。		
	A：即便旁邊有水，螺也不太喜歡過去，猜測牠們應該是移動性不太好的生物		
	A：我們沒有去研究牠白天或晚上哪個時間比較活躍或是溫度對他們有沒有什麼影響，因為我們沒有時間去觀察。但我們會觀察牠們生態上的現象，所以比較沒有針對福壽螺個體行為去觀察。		
Q： 福壽螺的 危害	A：福壽螺對農人來說是殘害農作物的殺手。		
	A：福壽螺不僅危害本土螺類的棲息空間，也會把原生植物以及栽種的植物吃光。		
Q： 防治策略	A：挖出一條溝渠，控制水位高低，將福壽螺集中。		
	A：挖出一堆堆土堤讓福壽螺在較低窪的地區，就可以集中把福壽螺撈起來，不用到處抓福壽螺，是輕鬆又便利的方法。		
	A：在農田旁的溝渠入溝處設較密網子來阻擋福壽螺，經由水溝進入農田來做到清零的目標。		
	A：在生態農田中，我們不以農藥進行撲殺，只能想一些辦法把福壽螺集中處理，所以會花費大量勞力與時間。		
Q： 後續處理	A：把福壽螺抓起來後，會把牠拿去餵鴨或釣烏鰡是目前處理螺的方式。		
	A：未來有養鰻的計畫，鰻喜歡吃這些螺類。		
Q： 未來設計	A：也許未來可以多做幾條高低水位差的溝渠，讓福壽螺更加集中，方便撿拾。		

(四)討論發現

- 1.外來種生物-福壽螺在沒有自然天敵的環境下，不僅危害本土物種動植物，也會吃農民的經濟作物。
- 2.自然農法是利用**圍堵法與水位落差**來防治福壽螺，打造零農藥的環境，做到清零的目的。
- 3.圍堵法是在出水處架設較密的網子，福壽螺隨著溝渠，進入水管就會被阻擋在外。
- 4.生態農田中會利用福壽螺對於水位的需求特性，來誘捕或防治福壽螺。如將水抽乾，避免螺進入農田；在農田中設置高水位，讓螺可以集中，得以輕鬆捕捉。
- 5.在田中的土壤有大小不同的孔洞，是福壽螺為了鑽進土裡保持自身的濕度。
- 6.可以利用自然界食物鏈的原理，鴨子、烏鰡、鰻都是屬於食物鏈的上下層關係，來對福壽螺做後續的處理。














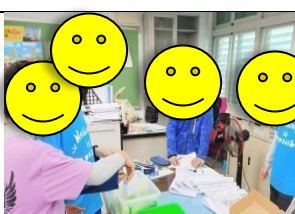


研究二、探究福壽螺喜愛的食物

(一)研究器材：

養殖箱、福壽螺、電子秤、濾網、根莖類、葉菜類、花菜類、果菜類、穀物類

(二)研究方法:

1. 在實驗箱中放入四種不同的根莖類植物(紅蘿蔔、馬鈴薯、洋蔥、山藥)，觀察並紀錄福壽螺喜愛程度。
2. 在實驗箱中放入四種不同的葉菜類植物(高麗菜、地瓜葉、小白菜、萵苣)，觀察並紀錄福壽螺喜愛程度。
3. 在實驗箱中放入四種不同的花果類植物(花椰菜、香蕉、蘋果、番茄)，觀察並紀錄福壽螺喜愛程度。
4. 在實驗箱中放入四種不同的穀物類植物(綠豆、玉米、米、吐司)，觀察並紀錄福壽螺喜愛程度。

1.準備食物	2.將食物將食物切好適合的大小	3.將食物放入水中浸泡四小時	4.四小時後取出食物
			
5.將食物用抹布吸水 1 分鐘		6.依序將食物秤重並記錄	7.在實驗箱中倒入 2000c.c 的水
			
8.放置隔板	9.依序放入食物	10.實驗箱設置完成	11.放入福壽螺
			
12.設置實驗組與對照組	13.定時觀測與紀錄	14.每 24 小時後取出食物吸水秤重	15.撰寫實驗結果與討論
			

(四)研究結果：

表 2-1 根莖類：紅蘿蔔、洋蔥、馬鈴薯、山藥

日期	時間	種類 項目	紅蘿蔔	洋蔥	馬鈴薯	山藥
			12 / 31	12:00	重量(g)	48.5
	16:00	分布(隻)	2	3	4	1
		食物狀況	周圍有咬痕	有一個凹洞	邊緣有咬痕	沒有變化
1 / 1	8:00	分布(隻)	1	3	2	4
		食物狀況	有裂痕	洋蔥邊緣呈現凹凸不平	皮有裂痕且有一個凹洞	山藥皮掉了且稍有凹洞
	12:00	重量(g)	48	36.2	45.9	42.8
		分布(隻)	2	4	3	1
	16:00	食物狀況	裂痕更多	兩片洋蔥剝落	凹洞多	有被吃掉一個凹洞
		分布(隻)	3	3	1	3
1 / 2	8:00	食物狀況	裂痕擴大且皮被吃掉了	很多洞	凹洞又更多了	凹一塊
		分布(隻)	4	3	2	1
	12:00	重量(g)	47.8	35.2	41.5	42.5
		分布(隻)	4	3	2	1
		食物狀況	紅蘿蔔邊邊遭啃食	少了一層	除了凹洞又更多之外，有細屑產生	有凹進去
		16:00	重量差(g)	0.7	2.8	8.5
重量差排序			3 rd	2 nd	1 st	4 th
分布比率 (出現數量/總數)			16/60≐27%	19/60≐32%	14/60≐23%	11/60≐18%
		分布比率排序	2 nd	1 st	3 rd	4 th

圖 2-1 根莖類食物變化照片圖

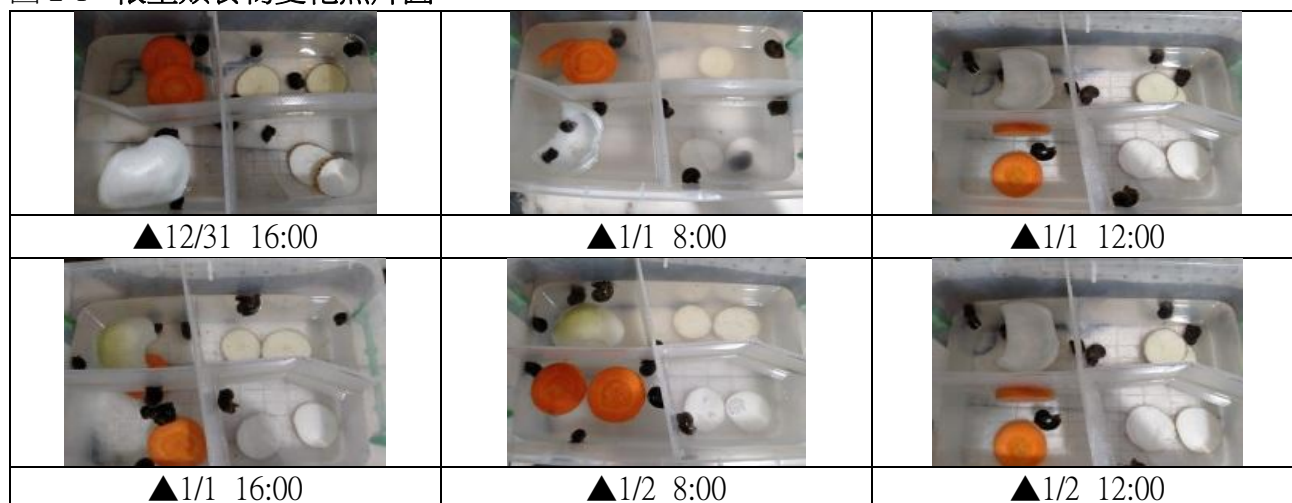


表 2-2 葉菜類：高麗菜、地瓜葉、小白菜、萵苣

日期	時間	種類 項目	高麗菜	地瓜葉	小白菜	萵苣
1 / 12	12:00	重量(g)	12.3	14.4	18.5	20.5
		食物狀況	完整	完整	完整	完整
	16:00	分布(隻)	0	1	4	5
		食物狀況	沒變化	沒變化	有咬痕	有咬痕
1 / 13	8:00	分布(隻)	2	3	2	3
		食物狀況	有缺陷，有一隻直接在上面	有六處明顯凹洞	有九處小凹洞	有個小洞
	12:00	重量(g)	11.4	13.7	17.0	20.2
		分布(隻)	2	3	3	2
		食物狀況	有咬痕	有很多凹洞	有多處凹痕，葉緣有大凹洞	凹洞變大
	16:00	分布(隻)	2	3	3	2
食物狀況		裂痕變多	凹洞變很多	有三隻直接在上面啃食，凹洞變多	凹洞更多	
1 / 14	8:00	分布(隻)	3	2	1	4
		食物狀況	有裂痕	有很多洞	多很多洞	有撕痕
	12:00	重量(g)	10.4	11.7	16.0	19.8
		分布(隻)	2	2	1	5
		食物狀況	有裂縫	有屑屑	多處有大凹洞	有凹洞
重量差(g)			1.9	2.7	2.5	0.7
重量差排序			3 rd	1 st	2 nd	4 th
分布比率 (出現數量/總數)			11/60 ÷ 19%	14/60 ÷ 23%	14/60 ÷ 23%	21/60 ÷ 35%
分布比率排序			4 th	2 nd	2 nd	1 st

圖 2-2 葉菜類食物變化照片圖

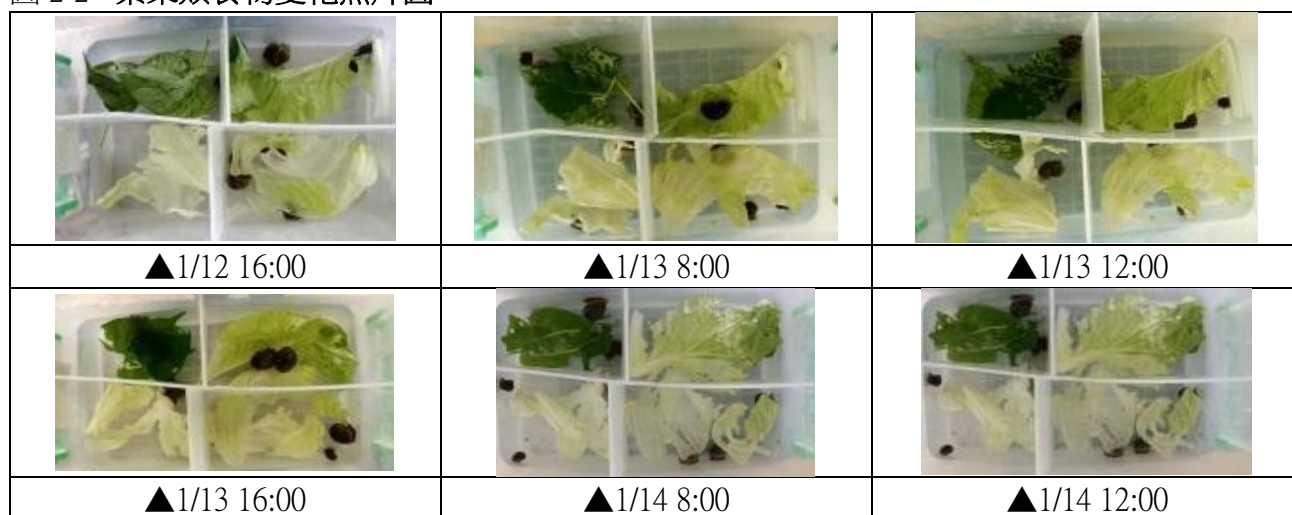


表 2-3 穀物類：綠豆、玉米、米、吐司

日期	時間	種類 項目	綠豆	玉米	米	吐司
1 / 18	12:00	重量(g)	10.0	20.5	10.0	14.7
		食物狀況	完整(左上)	完整	完整	完整
	16:00	分布(隻)	2	6	0	2
		食物狀況	沒變化	沒變化	少了幾顆	沒變化
1 / 19	8:00	分布(隻)	3	4	1	2
		食物狀況	皮掉了	螺在食物上面	幾顆跑到外面	有咬痕
	12:00	重量(g)	9.9	16.8	9.9	14.7
		分布(隻)	4	2	3	1
	16:00	食物狀況	少了幾顆	有凹洞	少了幾顆	少一點
		分布(隻)	1	3	5	1
1 / 20	8:00	食物狀況	皮剝落一些	沒變化	少了幾顆	沒變化
		分布(隻)	1	3	6	0
	12:00	食物狀況	沒變化，一隻在壁上	一塊皮掉，螺全在壁上	少一些，2隻在地上，4隻在壁上	沒變化
		重量(g)	8.8	16.6	9.5	14.6
		分布(隻)	1	3	6	0
		食物狀況	皮掉了	皮快掉了	少了幾顆	沒變化
重量差(g)			1.2	1.9	0.5	0.1
重量差排序			2 nd	1 st	3 rd	4 th
分布比率 (出現數量/總數)			12/60 \div 20%	21/60 \div 35%	21/60 \div 35%	6/60 \div 10%
分布比排序			3 rd	1 st	1 st	4 th

圖 2-3 穀物類食物變化照片圖

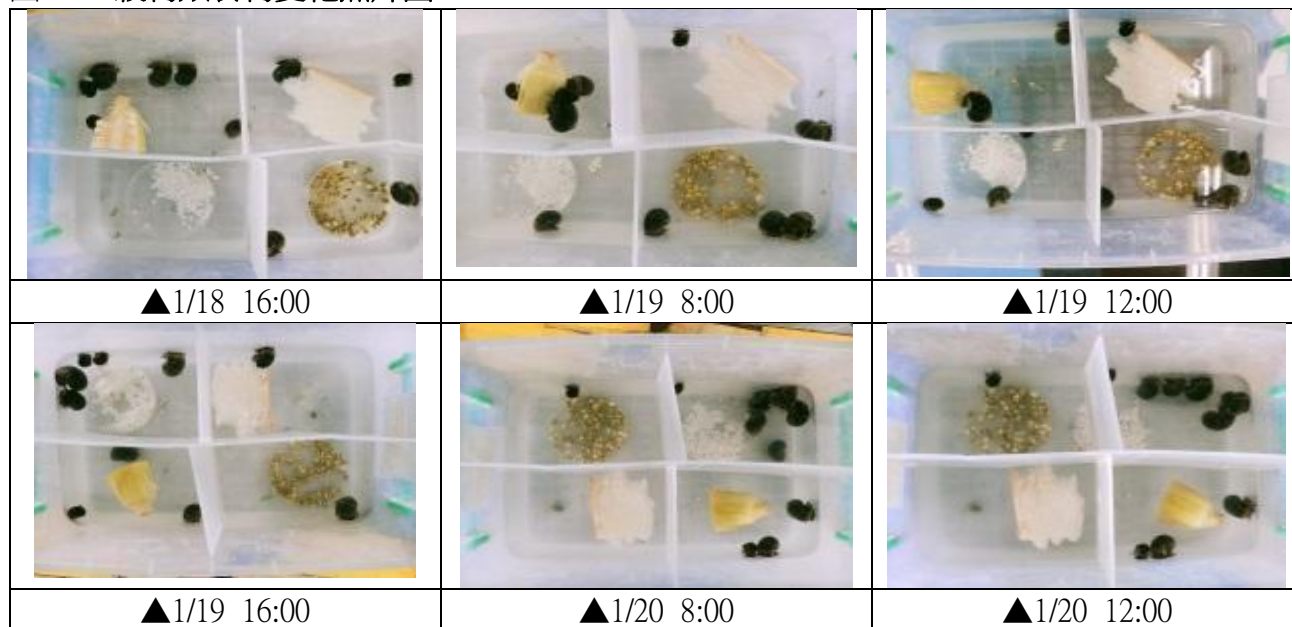
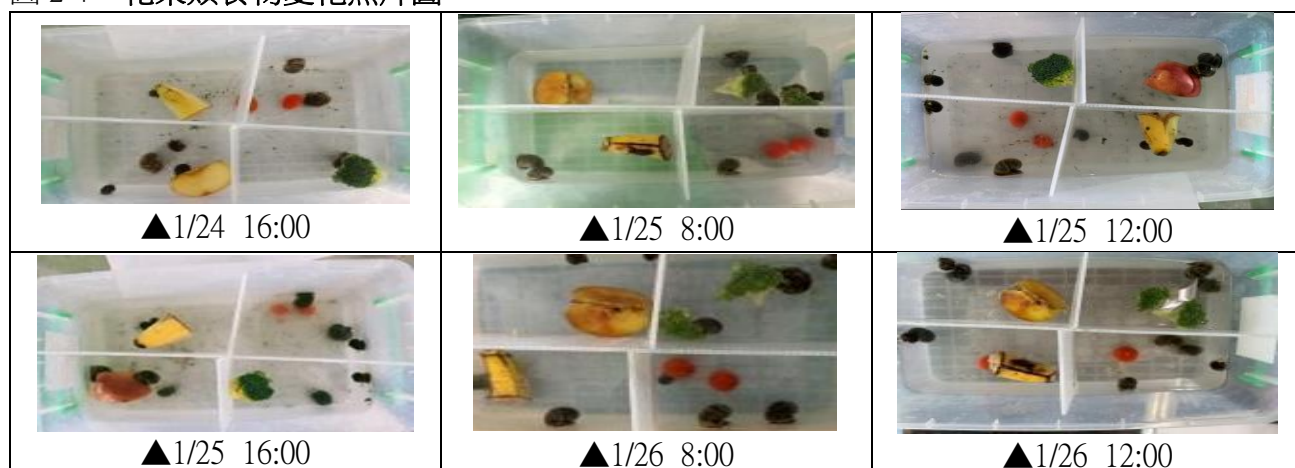


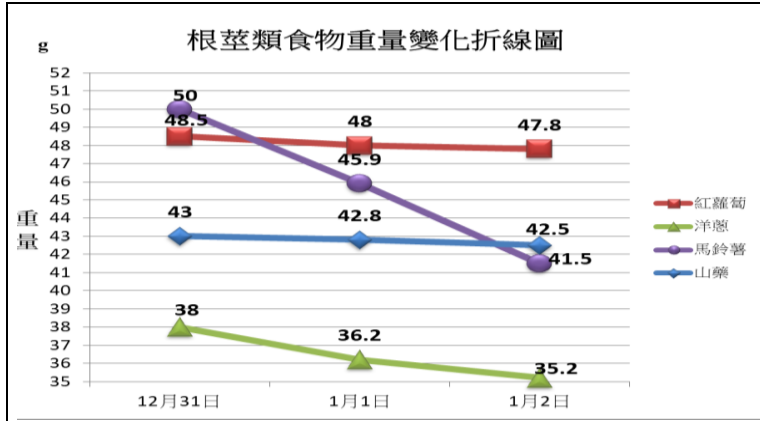
表 2-4 花果類：花椰菜、香蕉、蘋果、番茄

日期	時間	種類 項目	花椰菜	香蕉	蘋果	番茄
1 / 24	12:00	重量(g)	29.6	33.3	30.6	26.2
		食物狀況	完整	完整	完整	完整
	16:00	分布(隻)	2	1	5	2
		食物狀況	停在上面休息	一隻螺停在香蕉皮上	一隻螺在上面但沒在吃	螺沒在吃
1 / 25	8:00	分布(隻)	2	2	3	3
		食物狀況	螺在吃花椰菜的屑屑	有兩福壽螺在香蕉皮上面	有一隻在上面外型沒有改變	吃掉一半
	12:00	重量(g)	24.9	30	26.6	22.5
		分布(隻)	2	3	2	3
	16:00	食物狀況	莖的位置，有一點點的凹陷	沒變化，有兩隻在吃	沒變化，有一隻在吃	沒變化
		分布(隻)	5	3	0	2
1 / 26	8:00	食物狀況	都在壁上	只有一隻在吃	多處有凹洞	沒變化
		分布(隻)	2	2	3	3
	12:00	食物狀況	兩隻都在壁上，但水中飄了許多花椰菜的花蕾	香蕉因泡水裂開，有兩隻正在吃香蕉皮	都在壁上	螺在壁上
		重量(g)	24.6	28.6	24.8	19.9
		分布(隻)	2	3	3	2
	食物狀況	有隻在吃花蕾，一隻在壁上不動	三隻都在壁上	在壁上不動，邊緣有啃蝕的痕跡	番茄減少更多了	
重量差(g)			5.0	4.7	5.8	6.3
重量差排序			3 rd	4 th	2 nd	1 st
分布比率 (出現數量/總數)			15/60 ÷ 25%	14/60 ÷ 23%	16/60 ÷ 27%	15/60 ÷ 25%
分布比排序			2 nd	4 th	1 st	2 nd

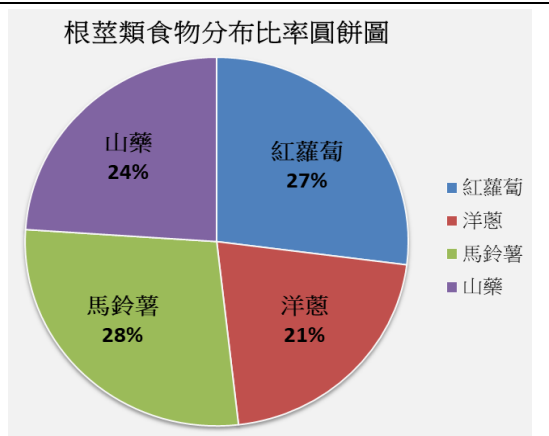
圖 2-4 花果類食物變化照片圖



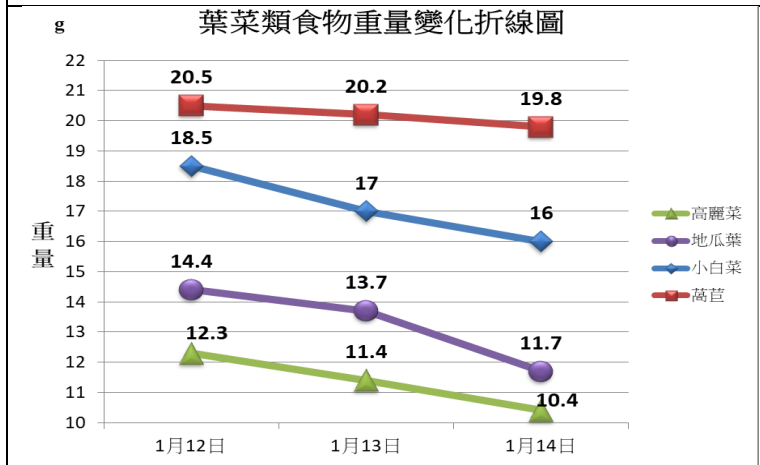
食物重量變化圖&福壽螺分布比率圖



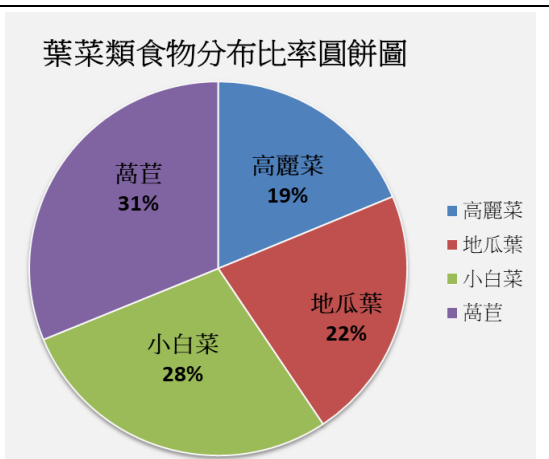
▲根莖類食物重量變化折線圖



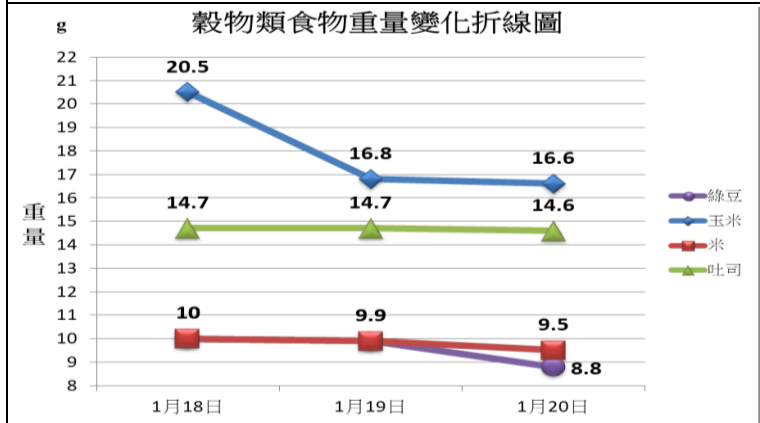
▲根莖類食物福壽螺分布比率圓餅圖



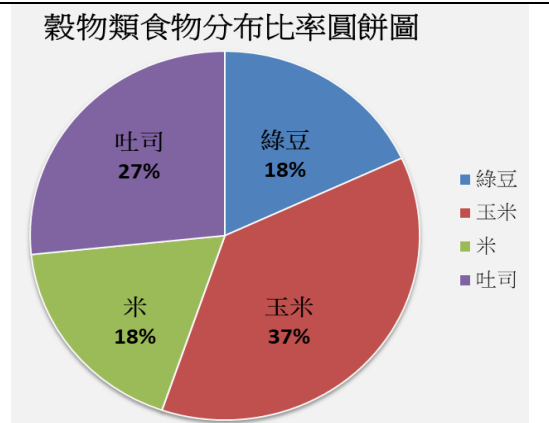
▲葉菜類食物重量變化折線圖



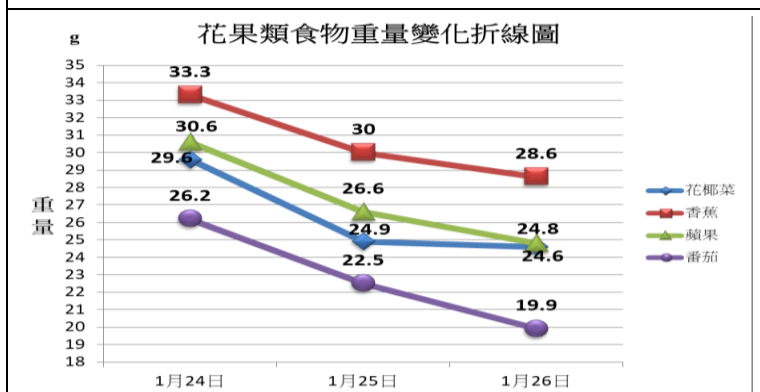
▲葉菜類食物福壽螺分布比率圓餅圖



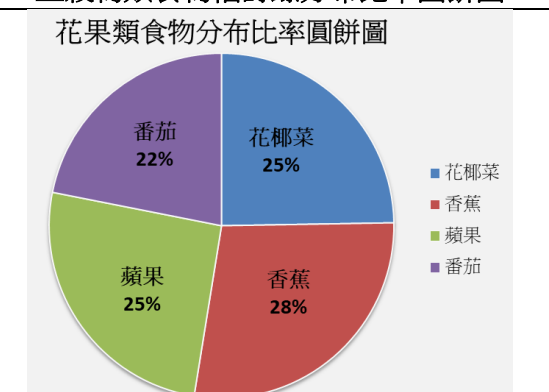
▲穀物類食物重量變化折線圖



▲穀物類食物福壽螺分布比率圓餅圖



▲花果類食物重量變化折線圖



▲花果類食物福壽螺分布比率圓餅圖

(五)討論發現：

- 1.根莖類重量差：馬鈴薯>洋蔥>紅蘿蔔>山藥；分布比率：洋蔥>馬鈴薯>紅蘿蔔>山藥。
馬鈴薯重量減少最多，表示福壽螺最愛吃馬鈴薯，猜測是因為馬鈴薯本身比較軟嫩。而山藥重量減少最少，表示不愛吃山藥，猜測是因為山藥味道比較重，吃起來也不太好
吃。
- 2.葉菜類重量差：地瓜葉>高麗菜>小白菜>萵苣；分布比率：萵苣>地瓜葉=小白菜>高麗
菜。福壽螺最喜歡吃地瓜葉，猜測是因為地瓜葉較為軟嫩，福壽螺較不喜歡吃萵苣，猜
測是因為太硬了，而導致福壽螺不喜歡吃。
- 3.花果類重量差：番茄>蘋果>花椰菜>香蕉；分布比率：花椰菜>番茄>香蕉=蘋果。由重
量差可知，福壽螺最喜歡番茄，而對香蕉較沒興趣。猜測是福壽螺喜歡吃較軟嫩的食
物。
- 4.穀物類重量差：玉米>綠豆>米>吐司；分布比率：玉米=米>綠豆>吐司。由重量差可知
福壽螺最喜歡吃玉米，對吐司最沒興趣。猜測是因為玉米有甜份，比較好吃。
- 5.福壽螺分布比率與食物重量差沒有正相關性，有些食物區域分布率雖高但重量差卻沒有
很多，推測可能有其他因素水位高(地勢高低造成水位高低差)、光線強弱等原因影響螺
的分布，尚待研究。

(六)研究誤差：

- 1.食物因泡得過久爛掉了或變成碎屑不好秤重，而有研究誤差。
- 2.泡水的食物會因為吸了水份而產生重量上的誤差，所以重量無法十分精準。

研究三、探究不同水溫對福壽螺活動力的影響

(一)研究器材：

實驗箱 3 個、保麗龍盒(有蓋子)3 組、3 隻福壽螺、地瓜葉、溫度計、計時器

(二)研究方法：

- 1.測試 11~15°C、16~20°C、21~25°C、26~30°C、31~35°C 等五種環境溫度。
- 2.將 3 隻不同身高(2.2、1.5、0.8 公分)的福壽螺至於實驗箱中，另一側放進食物()。
- 3.計時 60 分鐘，觀察與記錄福壽螺活動範圍與行為。
- 4.進行資料分析與比較。

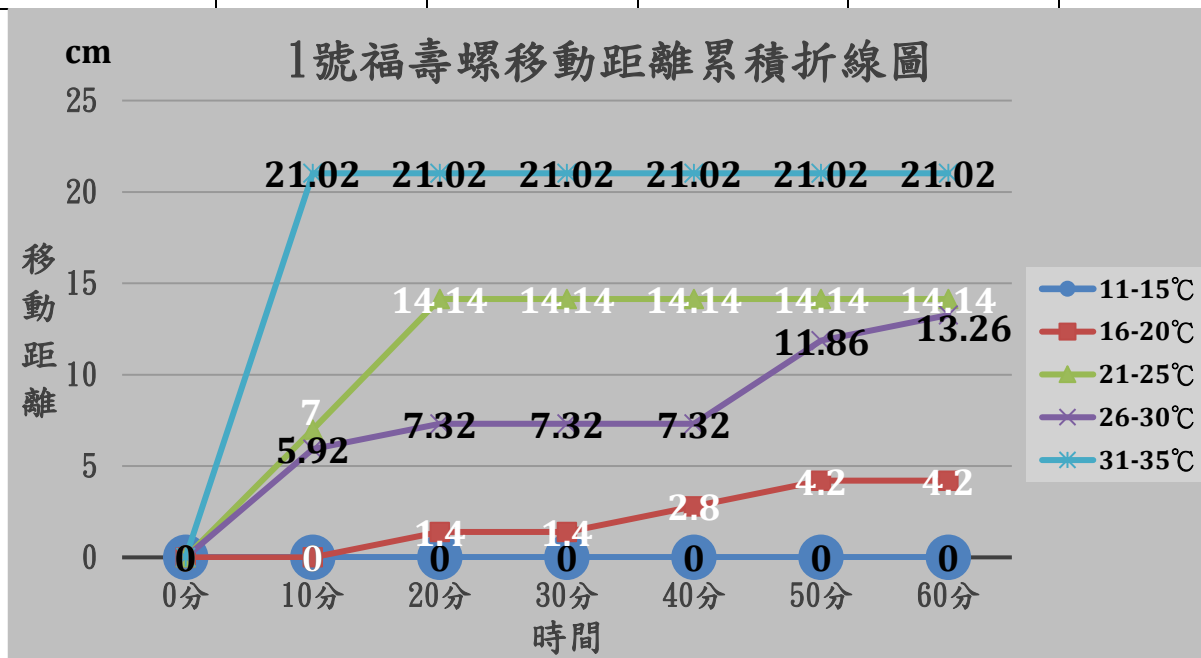
1.量測福壽螺的重量	2.量測福壽螺高度	3.設置實驗箱	4.量測水溫
			
5.倒入 960ml 的溫度水 實驗箱中	6.將實驗箱放置在保麗龍箱中	6.放入福壽螺	7.定時量測水溫
			
9.定時觀察與記錄	10.記錄移動路徑	11.討論研究結果	12.撰寫研究報告
			

(三)研究結果：

- 1.根據下表 3-1 研究紀錄得到的結果為：1 號福壽螺在水溫 31~35°C 移動距離較遠，在 11~15°C 的水溫下沒有移動。1 號只走平面，不往上爬行，且完全沒吃地瓜葉。
- 2.根據下表 3-2 研究紀錄，得到的結果為：2 號福壽螺在水溫 21~25°C 移動距離較遠，11~15°C 移動距離較近。
- 3.根據下表 3-3 研究紀錄得到的結果為：3 號的福壽螺在水溫 16~20°C 移動距離較遠，11~15°C 沒有移動。3 號會沿著壁邊爬行。

表 3-1 1 號福壽螺移動記錄紀錄表。(單位：公分)

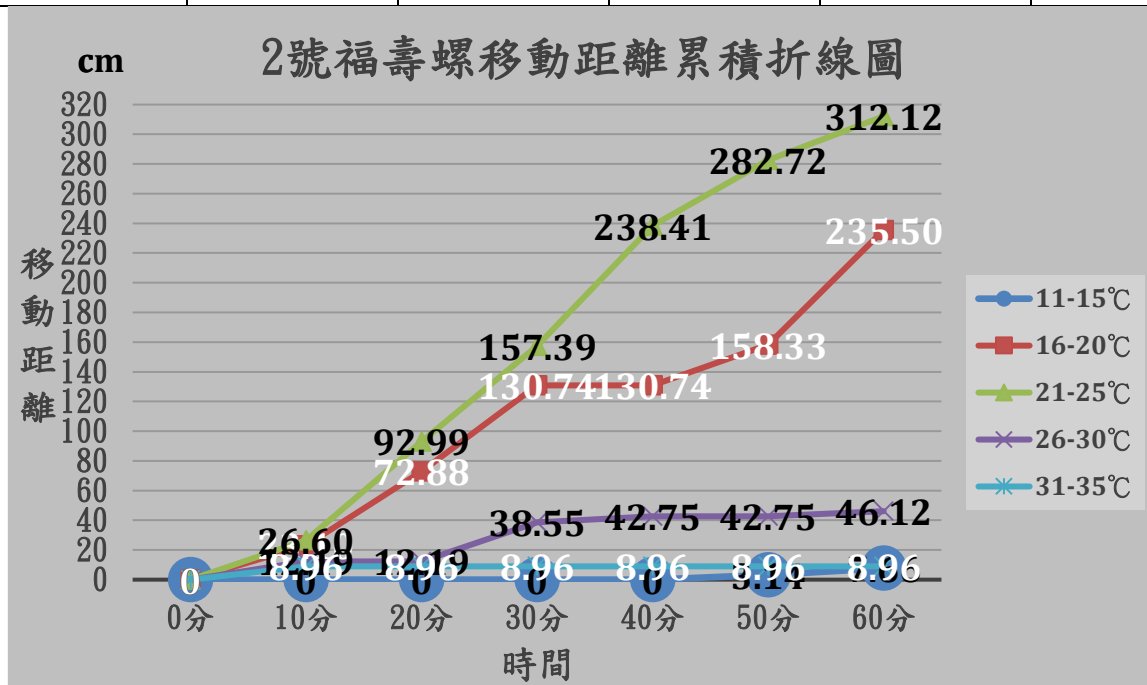
1 號						
室溫(°C)		光線(lux)		重量(g)		高度(cm)
22		60~90		8.8		2.2
時間 (分)	溫度 項目	11~15°C	16~20°C	21~25°C	26~30°C	31~35°C
0 10	移動距離	0	0	7	5.92	21.02
	行為說明	沒有伸出來，也沒有移動	頭伸出來一點，但沒有明顯的移動	緩慢的移動	轉 180° 後，開始挪動身體	一直前後徘徊
10 20	移動距離	0	1.4	7.14	1.4	0
	行為說明	身體沒有伸出來，沒有改變位置	沒有動作	慢慢走斜直線	頭有出來，但僅有移動一點	身體縮回去了
20 30	移動距離	0	0	0	0	0
	行為說明	沒有移動	沒有動靜	停在原點附近	頭有出來，但沒有移動	身體沒出來，也沒移動
30 40	移動距離	0	1.4	0	0	0
	行為說明	沒有移動	向前移動	頭有出來，但沒有移動	沒有移動	沒有移動
40 50	移動距離	0	1.4	0	4.54	0
	行為說明	沒有改變位置	往後移動一點，伸出觸鬚又縮回去	一直伸出長觸角，似乎在試探水溫	移動的速度緩慢	固定不動
50 60	移動距離	0	0	0	1.4	0
	行為說明	都在殼內，沒有動	原地不動，地瓜葉完好如初	緩慢擺動觸角沒有移動，地瓜葉完整	沒有明顯的改變位置，地瓜葉完全沒碰到	在原地不動
移動總距(cm)		0	4.2	14.14	13.26	21.02
移動排序		5 th	4 th	2 nd	3 rd	1 st



▲圖 3-1 1 號福壽螺移動距離累積折線圖

表 3-2 2 號福壽螺移動記錄紀錄表。(單位：公分)

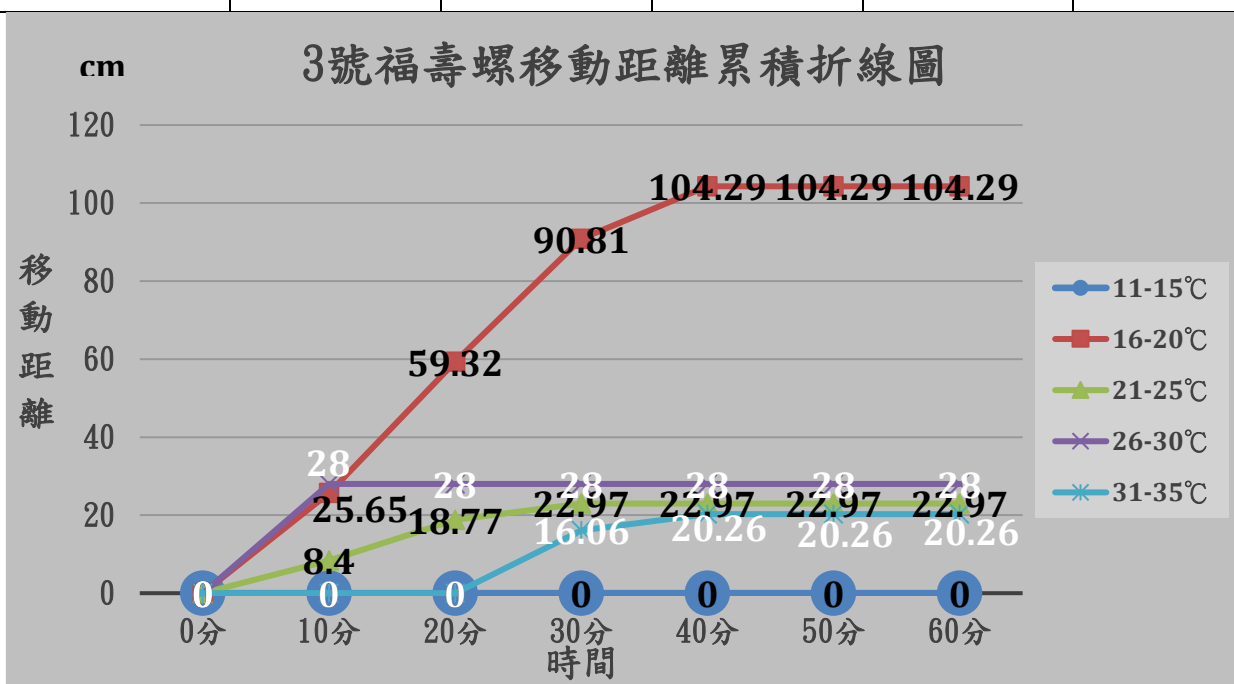
2 號						
室溫(°C)		光線(lux)		重量(g)		高度(cm)
22		60~90		4.8		1.5
時間(分)	溫度項目	11-15°C	16~20°C	21~25°C	26~30°C	31~35°C
0 10	移動距離	0	23.1	26.6	12.19	8.96
	行為說明	沒有移動	斜斜的一直走	在菜上吃菜	沒動靜	正在往上爬
10 20	移動距離	0	49.78	66.39	0	0
	行為說明	靜止狀態	沿邊邊移動	繼續在吃菜	還是沒在動	吸在壁上，沒有在移動
20- 30	移動距離	0	57.86	64.4	26.36	0
	行為說明	不移動	沿著側邊繞了一圈	繞一圈回去吃菜，繼續沿邊緣爬行	前往菜的方向爬	沒有動靜
30 40	移動距離	0	0	81.02	4.2	0
	行為說明	肉有出來一點點	停下來吃菜	繞著盒子邊緣爬	正在吃菜	沒有移動
40 50	移動距離	3.14	27.59	44.31	0	0
	行為說明	往右斜後方移動	停在菜，上面吃菜	一直繞著盒子爬，在爬到食物時大便後再走	停在菜上吃菜	保持不動
50 60	移動距離	4.52	77.17	29.4	3.37	0
	行為說明	緩慢爬行，爬斜的	又繞著外圍走一圈	爬回地瓜葉一直吃	一直進食	保持不動
移動總距(cm)		7.66	235.51	312.12	46.13	8.96
移動排序		5 th	2 nd	1 st	3 rd	4 th



▲圖 3-2 2 號福壽螺移動距離累積折線圖

表 3-3 3 號福壽螺移動記錄紀錄表。(單位：公分)

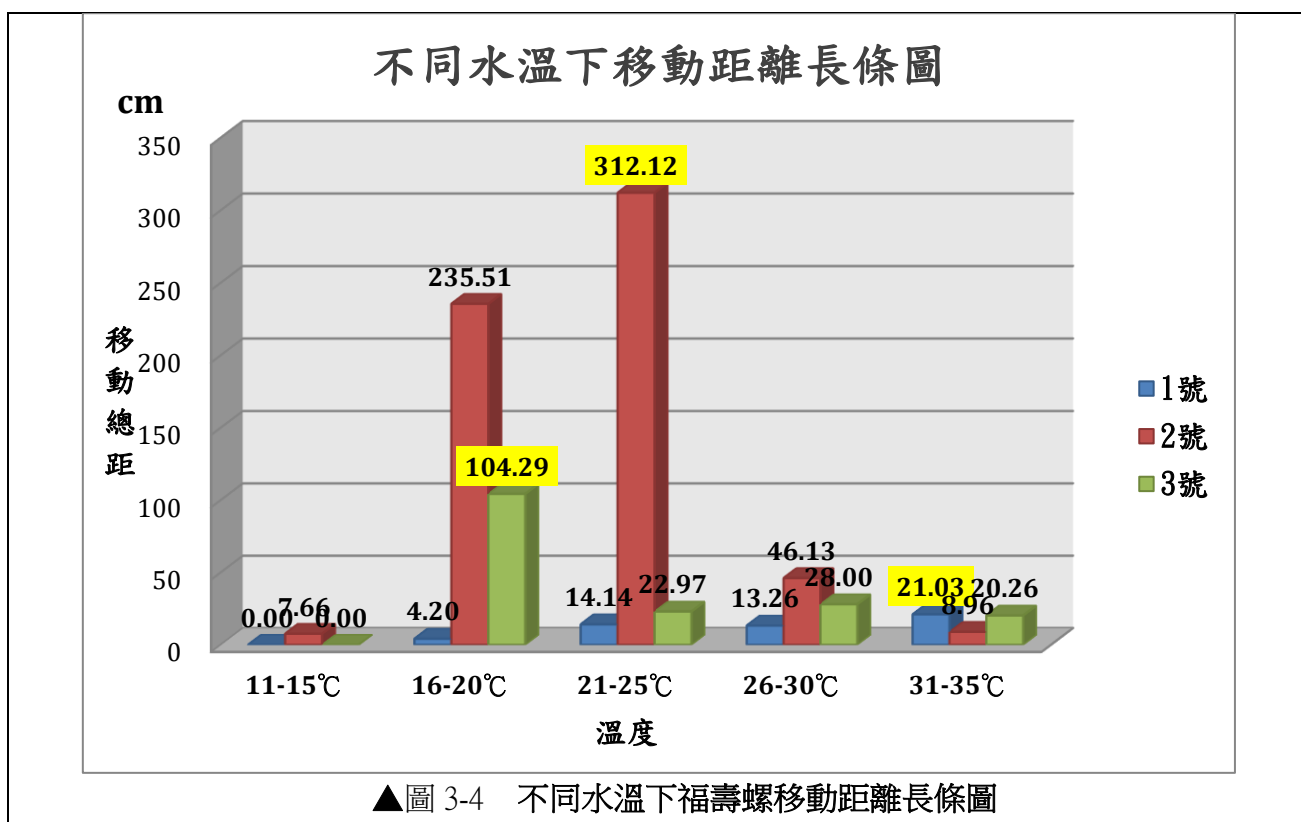
3 號						
室溫(°C)		光線(lux)		重量(g)		高度(cm)
22		60~90		1.6		0.8
時間 (分)	溫度 項目	11~15°C	16~20°C	21~25°C	26~30°C	31~35°C
0 10	移動距離	0	25.65	8.4	28	0
	行為說明	靜止不動	沿著牆壁往地 瓜葉爬行	沿著牆壁爬 行，在角落停 下	先往前再向 右、向左移動	在原點不動
10 20	移動距離	0	33.67	10.37	0	0
	行為說明	靜止不動	沿著牆壁走， 經過地瓜葉	繼續沿著牆壁 爬行	停在裝置箱邊 不動	在原點靜止不 動
20 30	移動距離	0	31.49	4.2	0	16.06
	行為說明	靜止不動	吃地瓜葉 2 分 鐘後，爬到角 落	沿著牆壁爬行	靜止不動	在原點不動， 然後開始爬
30 40	移動距離	0	13.48	0	0	4.2
	行為說明	靜止不動	先在角落不動 後，再爬回原 點	在角落停下， 並收起觸角	沒有移動，也 沒有伸出觸角	爬到牆邊停下
40 50	移動距離	0	0	0	0	0
	行為說明	靜止不動	黏在裝置箱壁 上不動	在裝置箱的角 落休息	靜止不動	在牆邊停下
50 60	移動距離	0	0	0	0	0
	行為說明	靜止不動	黏在裝置箱上	靜止不動	靜止不動	爬到牆邊停 下，不動
移動總距(cm)		0	104.29	22.97	28	20.26
移動排序		5 th	1 st	3 rd	2 nd	4 th



▲圖 3-3 3 號福壽螺移動距離累積折線圖

表 3-4 不同水溫下福壽螺移動距離統計表(單位：公分)

水溫 編號	11~15 °C	16-20 °C	21~25 °C	26~30 °C	31~35 °C
1 號	0	4.2	14.14	13.26	21.03
2 號	7.66	235.51	312.12	46.13	8.96
3 號	0	104.29	22.97	28	20.26
移動總距	7.66	343.99	349.23	87.39	50.25
平均距離 (公分/隻)	2.55	114.66	116.41	29.13	16.75
活動力排序	5 th	2 nd	1 st	3 rd	4 th



(四)討論發現

- 1.根據表 3-4 中，可知福壽螺在水溫 16~25°C 時活動力明顯活躍，而且經實驗發現越大隻的福壽螺，在溫度越高有越活躍的趨勢，但比較不喜歡爬高。
- 2.由表 3-4 可知，福壽螺不喜歡低溫的環境，當水溫低於 15°C 以下活動力明顯下降，甚至呈現靜止的狀態。

(五)研究誤差

- 1.觀察的過程中會使水溫與空氣呈現對流的狀態，水溫與室溫產生熱平衡造成溫度不夠精確。
- 2.水的折射會造成觀測座標上的誤差。

研究四、探究不同光線對福壽螺活動力的影響

(一)研究器材：實驗箱 3 個、燈環 3 組、杜邦線 3 條、計時器、福壽螺 3 隻、地瓜葉 3 組

(二)研究方法：

1. 運用環板模擬全黑、1 顆燈泡、2 顆燈泡、3 顆燈泡、4 顆燈泡等五種環境。
2. 將不同身高(2.3、1.7、1.1 公分)的 3 隻福壽螺分別放入裝置箱中，另一側放進食物蓋上箱蓋。
3. 計時 60 分鐘，觀察與紀錄福壽螺的移動座標與行為。
4. 進行資料分析與比較。

1. 寫入程式

【說明】

程式 1:
當啟動時，將變數設定完成，燈環刷新並清除畫面。

程式 2:
從第一顆燈開始，刷新螢幕顯示。

程式 3:
當 A 鍵被按下時，空一格顯示一顆燈，以此類推。

程式 4:
當 B 鍵被按下，顯示一顆燈，燈亮位置設在第一顆燈。

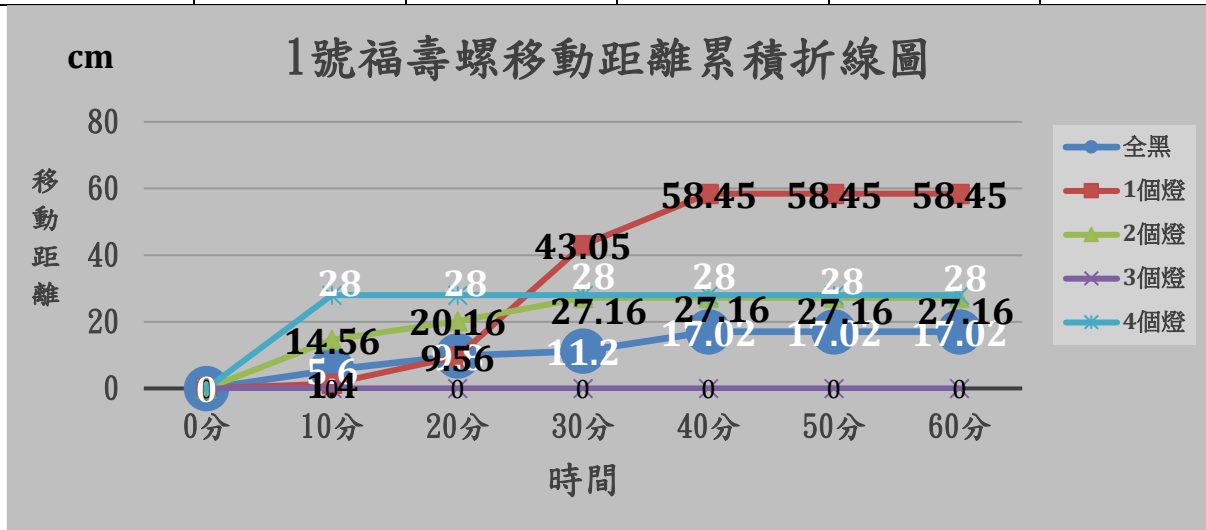
2. 測量福壽螺重量	3. 測量福壽螺高度	4. 設置實驗箱	5. 量測設置光線
6. 倒入 20~25°C 的水	7. 放入福壽螺	8. 定時觀察與記錄	9. 討論及撰寫報告

(三)研究結果：

- 1.根據下表 4-1 研究記錄得到的結果為：1 號福壽螺在 1 個燈的環境下移動最遠，朝向食物的地方覓食，而在 4 個燈時雖然有移動，但卻是遠離光源。
- 2.根據下表 4-2 研究記錄得到的結果為：2 號福壽螺在 2 個燈的環境下移動最遠。在 3~4 個燈會不動或是遠離光源。
- 3.根據下表 4-3 研究記錄得到的結果為：3 號福壽螺在 2 個燈的環境下移動最遠。在 4 個燈的環境下有避光的行為。

表 4-1 1 號福壽螺移動記錄紀錄表。(單位：公分)

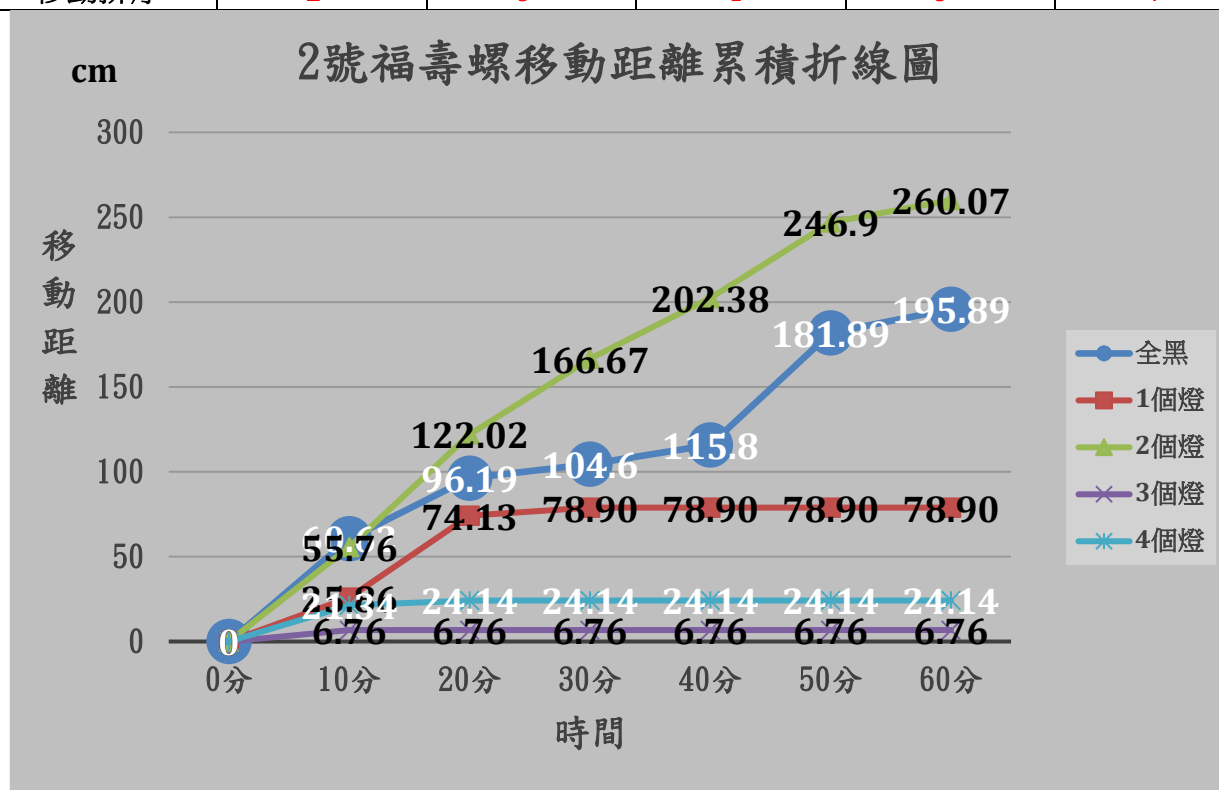
1 號						
室溫(°C)		水溫(°C)		重量(g)	高度(cm)	
22		20~25		9.4	2.3	
時間(分)	光線項目	全黑 (0 Lux)	1 個燈 (30-60 Lux)	2 個燈 (60-90 Lux)	3 個燈 (90-120 Lux)	4 個燈 (120-160 Lux)
0	移動距離	5.6	1.4	14.56	0	28
10	行為說明	伸出觸角試水溫	頭轉了一下	觸角一直動，然後爬到牆邊	在原地伸出觸角不動	爬到右下角，再往到左下角
10	移動距離	4.2	8.16	5.6	0	0
20	行為說明	往左爬一點	原地轉兩圈，然後開始爬	沿著牆邊爬行	在原地不動	在角落不動，頭部背對光源
20	移動距離	1.4	33.49	7	0	0
30	行為說明	往上爬了一點	沿著牆邊繼續爬行	沿著牆邊爬到角落	在原地不動	停在角落不動(遠離光)
30	移動距離	5.82	15.4	0	0	0
40	行為說明	往下爬然後往前一點	沿著牆爬，吃完地瓜葉再爬	在角落不動	在原地不動	停在角落不動(遠離光)
40	移動距離	0	0	0	0	0
50	行為說明	在牆邊停下	沒有移動，但在吃地瓜葉。	在角落不動	在原地不動	停在角落不動(遠離光)
50	移動距離	0	0	0	0	0
60	行為說明	在牆邊停下	沒有移動，但在吃地瓜葉。	在角落不動	在原地不動	停在角落不動(遠離光)
移動總距(cm)		17.02	58.45	27.16	0	28
移動排序		4 th	1 st	3 rd	5 th	2 nd



▲圖 4-1 1 號福壽螺移動距離累積折線圖

表 4-2 2 號福壽螺移動記錄紀錄表。(單位：公分)

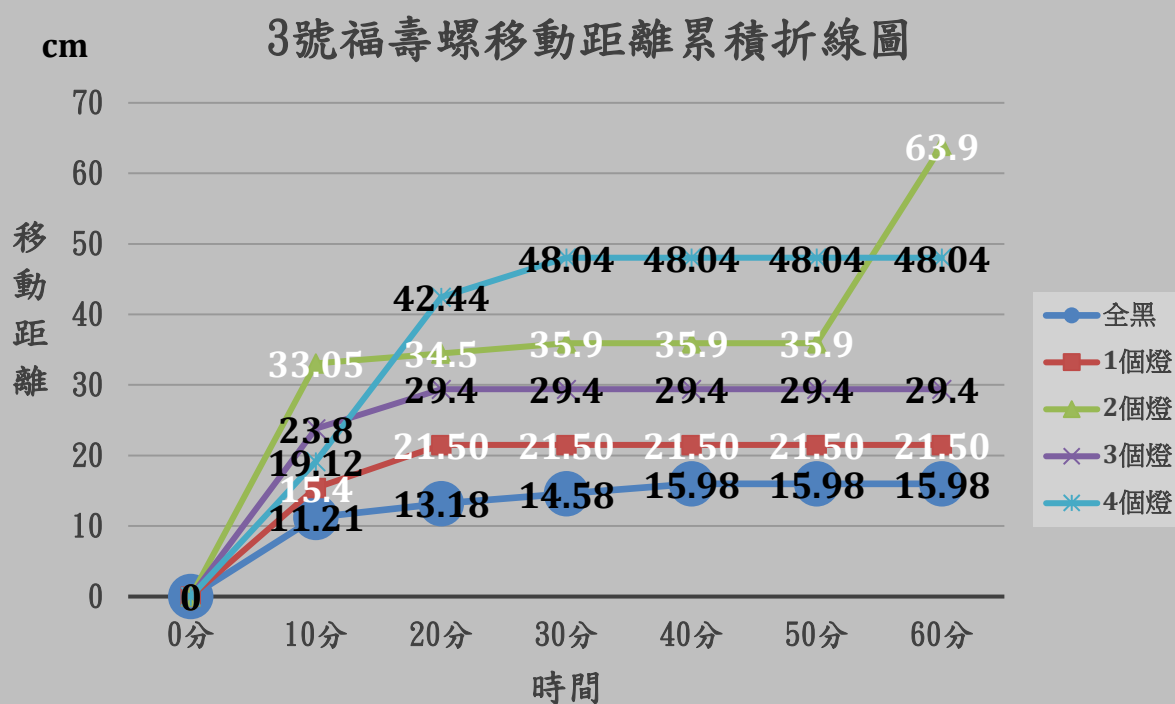
2 號						
室溫(°C)		水溫(°C)		重量(g)		高度(cm)
22		20~25		3.8		1.7
時間(分)	光線項目	全黑 (0 Lux)	1 個燈 (30-60 Lux)	2 個燈 (60-90 Lux)	3 個燈 (90-120 Lux)	4 個燈 (120-160 Lux)
0	移動距離	60.62	25.86	55.76	6.76	21.34
10	行為說明	繞盒子邊緣爬行	跑到邊邊爬	爬到壁上，頭伸出水面	爬到牆上	經過右下角，上爬後往回走
10	移動距離	35.57	48.27	66.26	0	2.8
20	行為說明	往地瓜葉的方向爬行	來回走動	觸角在摸菜	在牆壁上不動	爬一格高
20	移動距離	8.4	4.77	44.65	0	0
30	行為說明	停在菜的下方	往菜的方向爬	繞蛇行爬	黏在牆壁上	沒有動
30	移動距離	11.2	0	35.71	0	0
40	行為說明	在地瓜葉的附近爬行	沒有動	黏在牆上爬	沒移動	沒有動
40	移動距離	66.09	0	44.52	0	0
50	行為說明	在菜附近爬行但沒有吃菜	沒有動	黏在邊緣爬	沒有移動	沒有動
50	移動距離	14	0	13.17	0	0
60	行為說明	在菜附近緩慢爬行	沒有動	往菜方向爬	沒有移動	沒有動
移動總距(cm)		195.89	78.9	260.08	6.76	24.14
移動排序		2 nd	3 rd	1 st	5 th	4 th



▲圖 4-2 2 號福壽螺移動距離累積折線圖

表 4-3 3 號福壽螺移動記錄紀錄表。(單位：公分)

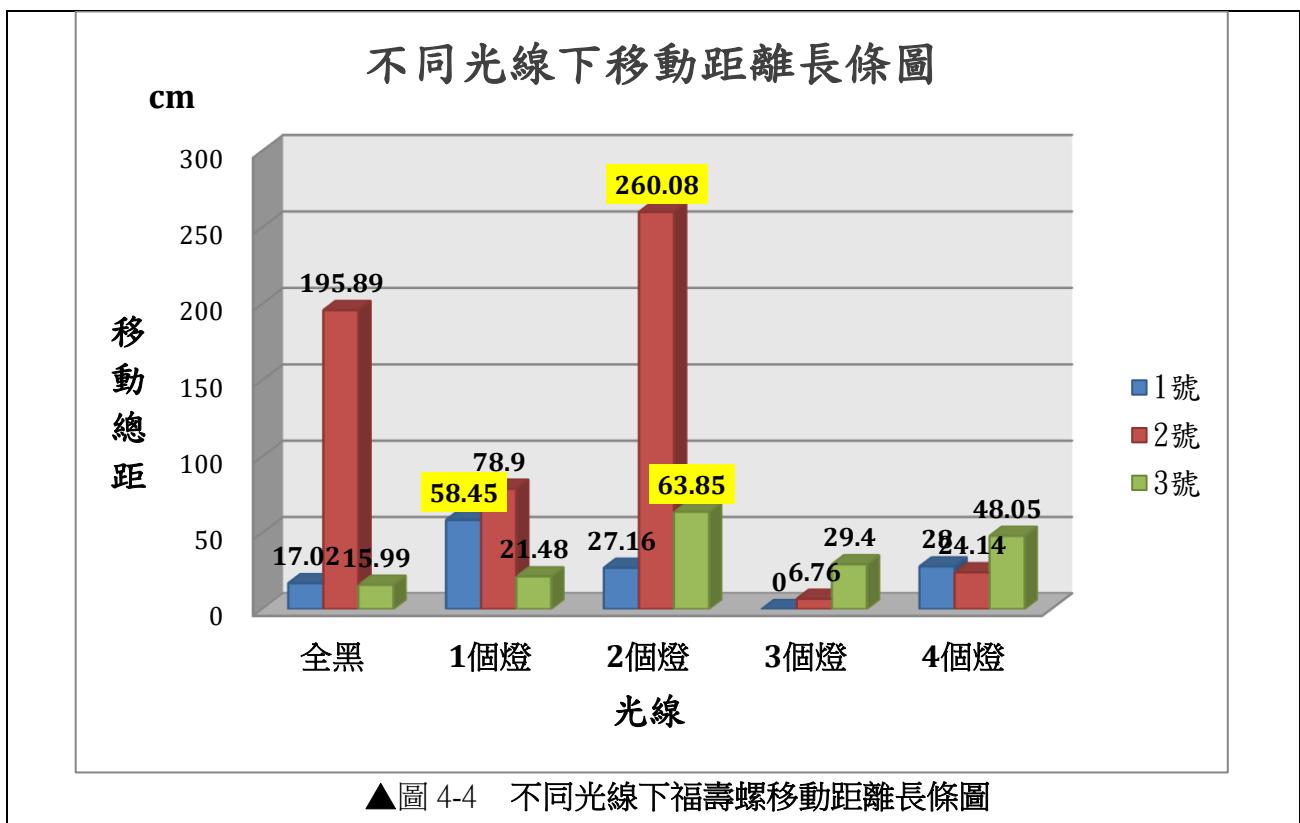
3 號						
室溫(°C)		水溫(°C)		重量(g)		高度(cm)
22		20~25		1.6		1.1
時間(分)	光線項目	全黑 (0 Lux)	1 個燈 (30-60 Lux)	2 個燈 (60-90 Lux)	3 個燈 (90-120 Lux)	4 個燈 (120-160 Lux)
0	移動距離	11.21	15.4	33.05	23.8	19.12
10	行為說明	向後爬然後就不動了	往邊邊移動	繞一小圈適應溫度	爬了 3/4 圈	試繞了一圈，在原點停下
10	移動距離	1.97	6.08	1.4	5.6	23.32
20	行為說明	向上移動，移動緩慢	沿爬到地瓜葉位置，開始吃	在壁上休息，縮在殼裡	往上爬兩格後休息	在緩慢移動
20	移動距離	1.4	0	1.4	0	5.6
30	行為說明	往上爬之後就不動了	在吃地瓜葉，不移動	緩慢移動，沒有伸出觸角	沒移動	背對光源，在角落休息
30	移動距離	1.4	0	0	0	0
40	行為說明	移動了一格	在吃地瓜葉，不移動	在壁上休息	沒移動	縮在殼裡，沒有移動
40	移動距離	0	0	0	0	0
50	行為說明	不移動	在吃地瓜葉，不移動	在壁上休息，縮在殼裡	沒移動	縮在殼裡，沒有移動
50	移動距離	0	0	28	0	0
60	行為說明	不移動	在吃地瓜葉，不移動	直線緩慢移動	沒移動	縮在殼裡，沒有移動
移動總距(cm)		15.99	21.48	63.85	29.4	48.05
移動排序		5 th	4 th	1 st	3 rd	2 nd



▲圖 4-3 3 號福壽螺移動距離累積折線圖

表 4-4 不同光線下福壽螺移動距離統計表(單位：公分)

編號 \ 亮度	全黑	1 個燈	2 個燈	3 個燈	4 個燈
1 號	17.02	58.45	27.16	0	28
2 號	195.89	78.9	260.08	6.76	24.14
3 號	15.99	21.48	63.85	29.4	48.05
移動總距	228.9	158.83	351.09	36.16	100.18
平均距離 (公分/隻)	76.3	52.94	117.03	12.05	33.39
活動力排序	2 nd	3 rd	1 st	5 th	4 th



(四)討論發現

- 1.根據圖 4-1~圖 4-4 中，可知福壽螺大多比較喜歡在 1 或 2 個燈(30~90 lux)的環境下活動，依據實驗可知，福壽螺移動時需要依靠較弱的光線。
- 2.根據圖 4-4 中，可知福壽螺在全黑的環境下，移動距離偏短，而光線太亮，福壽螺的活動力偏低，且有避光行為，如背向光源躲在殼裡。由此可知福壽螺不喜歡太亮的環境，也不喜歡太暗的環境。
- 3.由表 1-1~表 1-3 中，可知當 120Lux 以上的照度(約莫是白天樹蔭下的光線)，福壽螺會盡量遠離較亮的光源。在農田裡福壽螺確實也有挖洞的行為，可知福壽螺挖洞可以讓自己保有水分不散失外，也能避開強光。

(五)研究誤差

- 1.由於水的折射現象，會造成座標的判定不夠精確。
- 2.移動距離的計算是以取概數到小數點後第 2 位，因此距離計算不夠精確。





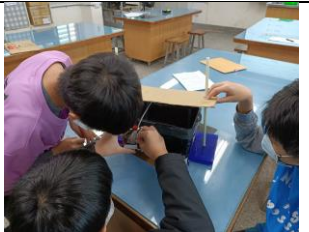







研究五、探究不同水位高度對福壽螺活動力的影響

(一)研究器材：

裝置箱、福壽螺、水、地瓜葉、溫度計、計時器

(二)研究方法：

- 1.準備 3 隻福壽螺(2.3cm、1.8cm、1.4cm)，依據每隻福壽螺身高的 0 倍、1 倍、2 倍、3 倍高度等四種水位進行實驗。
- 2.將福壽螺至於實驗箱中的一角，另一側放進食物。
- 3.計時 60 分鐘，觀察與紀錄福壽螺活動範圍與行為。
- 4.進行資料分析與比較。

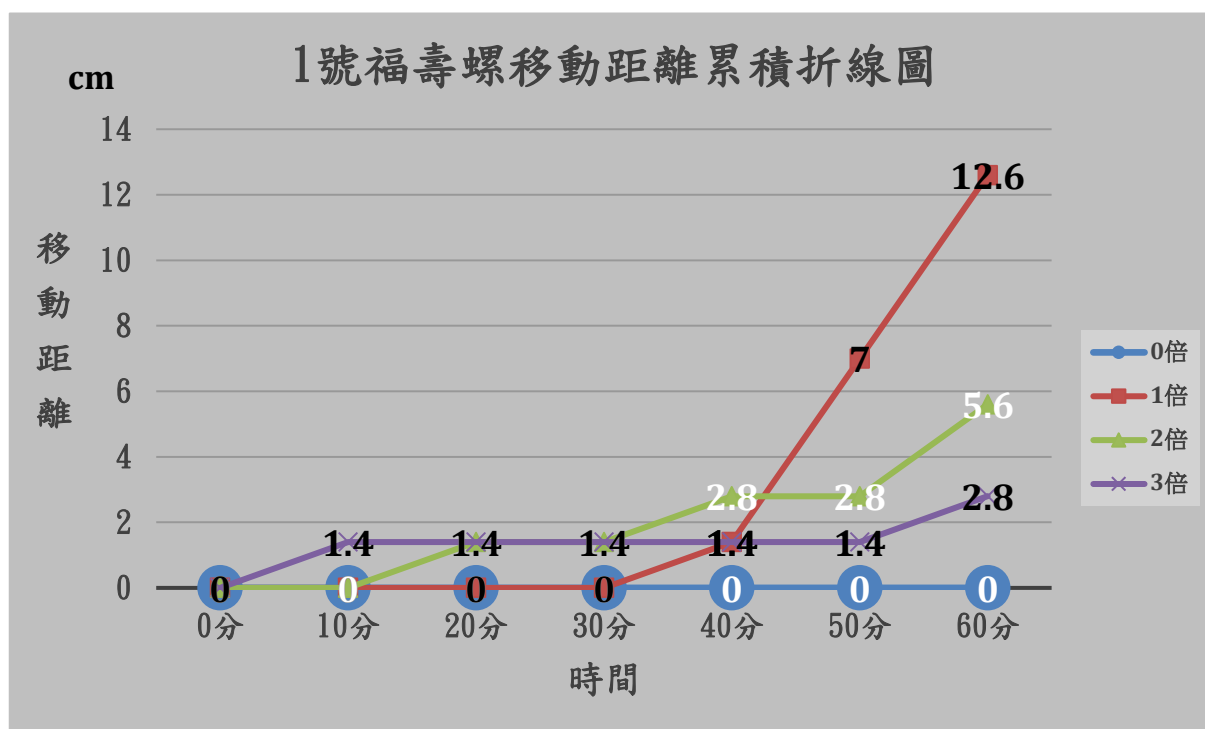
1.量測福壽螺的重量	2.量測福壽螺重量	3.計算容器的容量	4.量測 20~25°C 水溫
			
5.設置燈環(1 個燈)	6.設置裝置箱	7.倒入指定水量	8.放入福壽螺
			
9.定時觀察與記錄		10. 討論及撰寫研究報告	
			

(三)研究結果：

- 1.根據下表 5-1 研究紀錄得到的結果為：1 號福壽螺在 1 倍的水位高度下，活動力最高。1 號福壽螺的爬行距離相較於其他福壽螺並沒有移動太多。
- 2.根據下表 5-2 研究紀錄得到的結果為：2 號福壽螺在 2 倍的水位高度下，活動力最高，在 0 倍水位高時沒有移動。
- 3.根據下表 5-3 研究紀錄得到的結果為：3 號福壽螺在 2 倍的水位高度下，活動力最高，在 0 倍水位高沒有移動。

表 5-1 1 號福壽螺移動記錄紀錄表。(單位：公分)

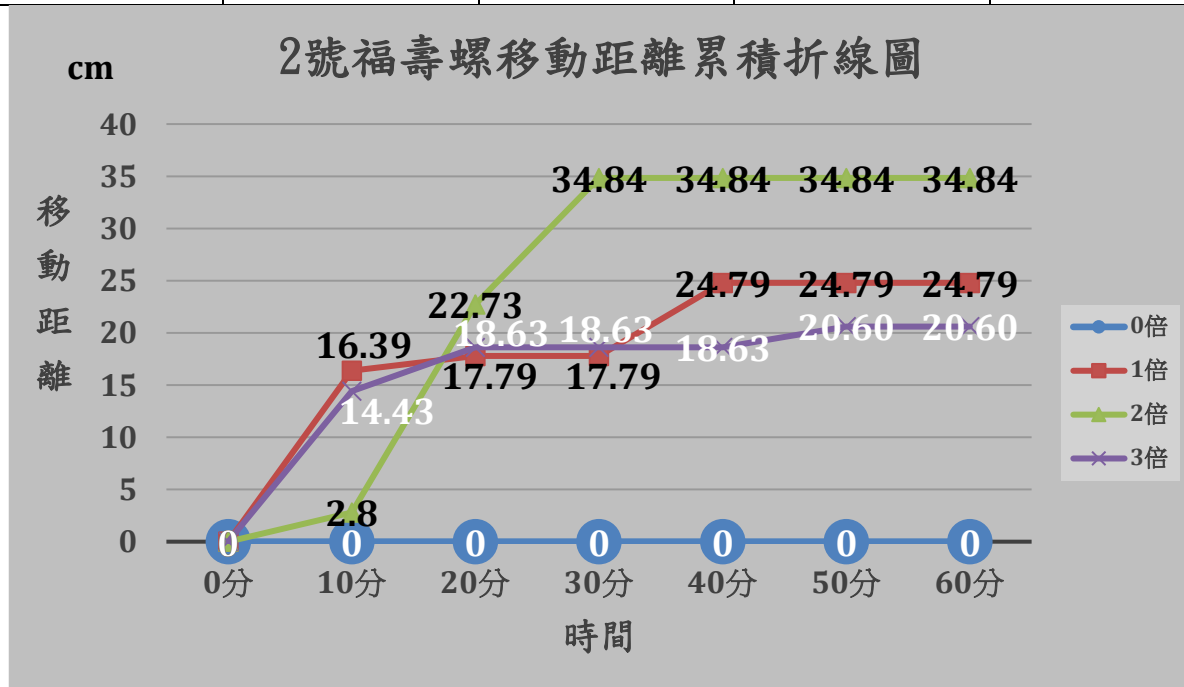
1 號					
照度(lux)		水溫(°C)		重量(g)	高度(cm)
30-60		20~25		9.4	2.3
時間(分)	水位高項目	0 倍	1 倍	2 倍	3 倍
0	移動距離	0	0	0	1.4
10	行為說明	停在原點不動	停在原點不動	伸出肉左右搖擺	向右倒一格，肉伸出來
10	移動距離	0	0	1.4	0
20	行為說明	停在原點不動	停在原點不動	倒下來伸出觸角	倒下來肉伸出來，沒有移動
20	移動距離	0	0	0	0
30	行為說明	停在原點不動	停在原點不動	倒下來不動，身體露出來	沒移動
30	移動距離	0	1.4	1.4	0
40	行為說明	停在原點不動	觸角伸出來往左旁一點	倒下來到其他格，身體露出來	沒動
40	移動距離	0	5.6	0	0
50	行為說明	停在原點不動	伸出觸角又縮回，向右爬行	露出觸角	靜止不動
50	移動距離	0	5.6	2.8	1.4
60	行為說明	停在原點不動	一直伸出觸角，向右爬行	扭動身體	有移動一點
移動總距(cm)		0	12.6	5.6	2.8
移動排序		4 th	1 st	2 nd	3 rd



▲圖 5-1 1 號福壽螺移動距離累積折線圖

表 5-2 2 號福壽螺移動記錄紀錄表。(單位：公分)

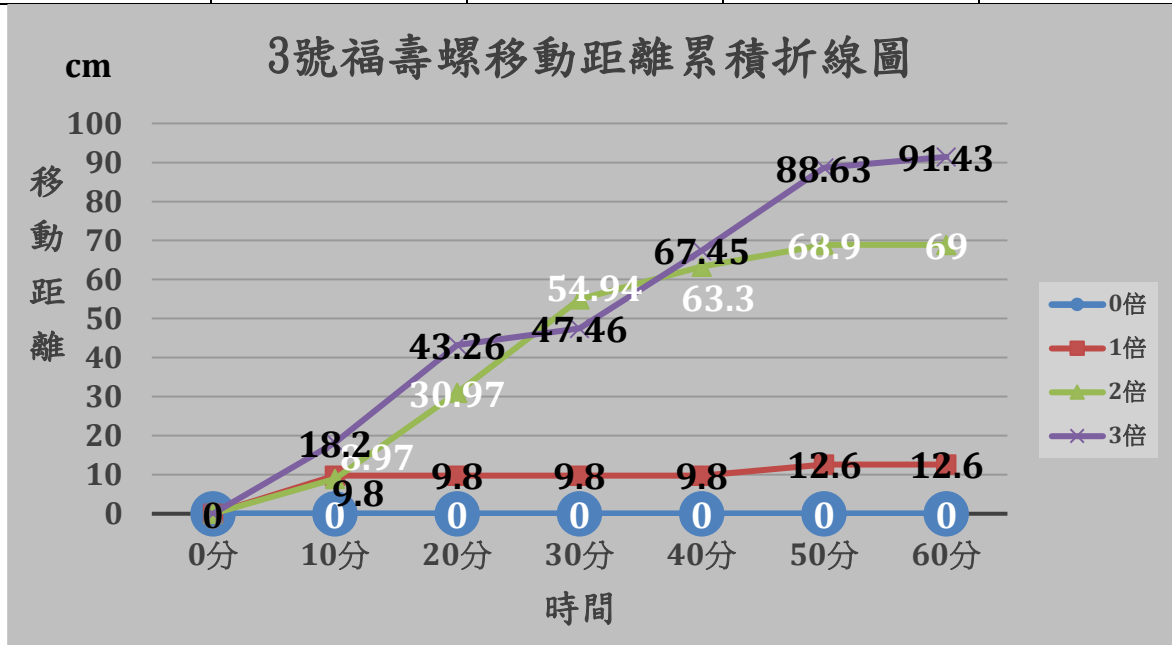
2 號					
照度(lux)		水溫(°C)		重量(g)	高度(cm)
30-60		20~25		6	1.8
時間(分)	水位高項目	0 倍	1 倍	2 倍	3 倍
0	移動距離	0	16.39	2.8	14.43
10	行為說明	沒有動	肉出來 5 分鐘後才開始移動	有伸出觸角	伸出常觸角，往菜的方向爬行
10	移動距離	0	1.4	19.94	4.2
20	行為說明	沒有動	肉有伸出，但只移動一點	往菜的方向爬	又往回走，走回角落
20	移動距離	0	0	12.11	0
30	行為說明	沒有動	肉有出來，黏在牆上，沒有移動	停在菜前方，有伸出觸角	沒有動
30	移動距離	0	7	0	0
40	行為說明	沒有動	到處爬行	停在菜前方，有伸出觸角	沒有動
40	移動距離	0	0	0	1.97
50	行為說明	沒有動	縮在殼裡，沒有移動	停在菜前方，有伸出觸角	移動一點點
50	移動距離	0	0	0	0
60	行為說明	沒有動	沒有動	停在菜前方，有伸出觸角	沒有動
移動總距(cm)		0	24.79	34.85	20.61
移動排序		4 th	2 nd	1 st	3 rd



▲圖 5-2 2 號福壽螺移動距離累積折線圖

表 5-3 3 號福壽螺移動記錄紀錄表。(單位：公分)

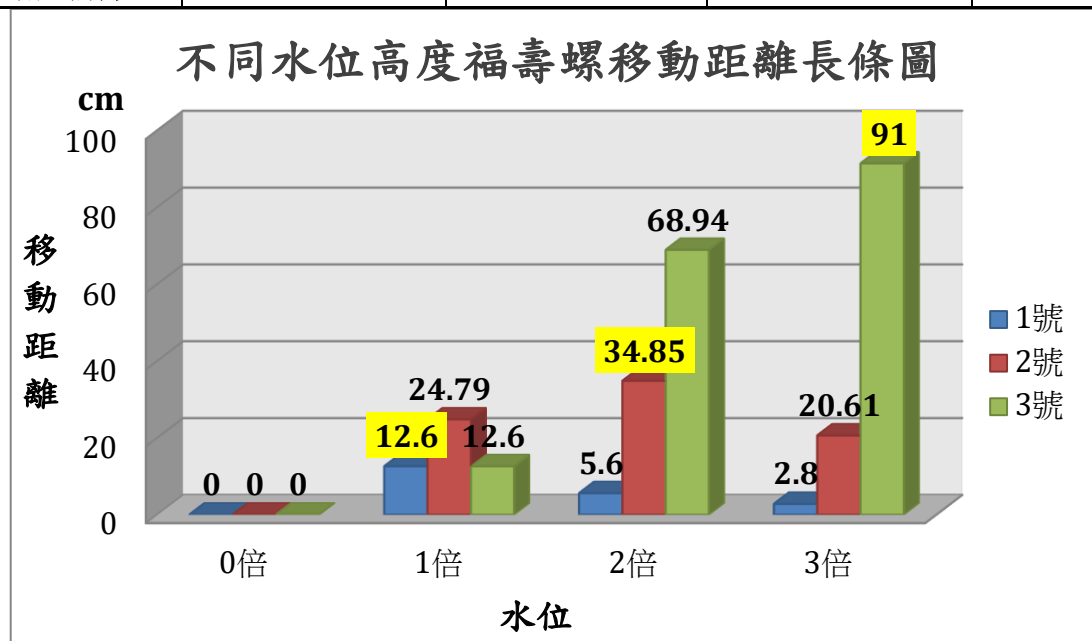
3 號					
照度(lux)		水溫(°C)		重量(g)	
30-60		20~25		2.2	
時間 (分)	水位高 項目	0 倍		1 倍	
		2 倍		3 倍	
0	移動距離	0	9.8	8.97	18.2
10	行為說明	沒有動靜	往角落方向爬行	轉了一圈	往左方爬行
10	移動距離	0	0	21.99	25.06
20	行為說明	沒有動靜	停在角落	在一個區域繞圈	在小區域移動
20	移動距離	0	0	23.97	4.2
30	行為說明	沒有動靜	縮進殼裡	邊緣爬行	移動三格
30	移動距離	0	0	8.4	19.99
40	行為說明	沒有動靜	沒有動靜	在壁上前上爬行	緩慢移動
40	移動距離	0	2.8	5.6	21.18
50	行為說明	沒有動靜	緩慢移動	在壁上移動	緩慢移動
50	移動距離	0	0	0	2.8
60	行為說明	沒有動靜	沒有移動	停在壁上不動	向下移動兩格
移動總距(cm)		0	12.6	68.94	91.43
移動排序		4 th	3 rd	2 nd	1 st



▲圖 5-3 3 號福壽螺移動距離累積折線圖

表 5-4 不同水位高度福壽螺移動距離統計表(單位：公分)

編號 \ 水位高	0 倍	1 倍	2 倍	3 倍
1 號	0	12.6	5.6	2.8
2 號	0	24.79	34.85	20.61
3 號	0	12.6	68.94	91
移動總距	0	49.99	109.38	114.84
平均平均	0	16.66	36.46	38.28
活動力排序	4 th	3 rd	2 nd	1 st



▲圖 5-4 不同水位高度福壽螺移動距離長條圖

(四)討論發現

- 1.由圖 5-4 中可知，福壽螺在無水環境下，活動力最低，可知福壽螺不喜歡生活在沒有水的環境。
- 2.根據實驗可知，由表 5-4 中可知，福壽螺適合在有水的環境下生活，而當水位高度高於身高 2 倍以上時，活動力較為活躍。

(五)研究誤差

- 1.移動距離的計算是以取概數到小數點後第 2 位，因此距離的計算不夠精確。
- 2.由於水的折射現象，會造成座標的判定不夠精確。
- 3.水位測量只做到 3 倍水位高，因做更高水位，會有更大的折射誤差、浮力等問題。所以無法推估水位與活動力是否有正相關性。

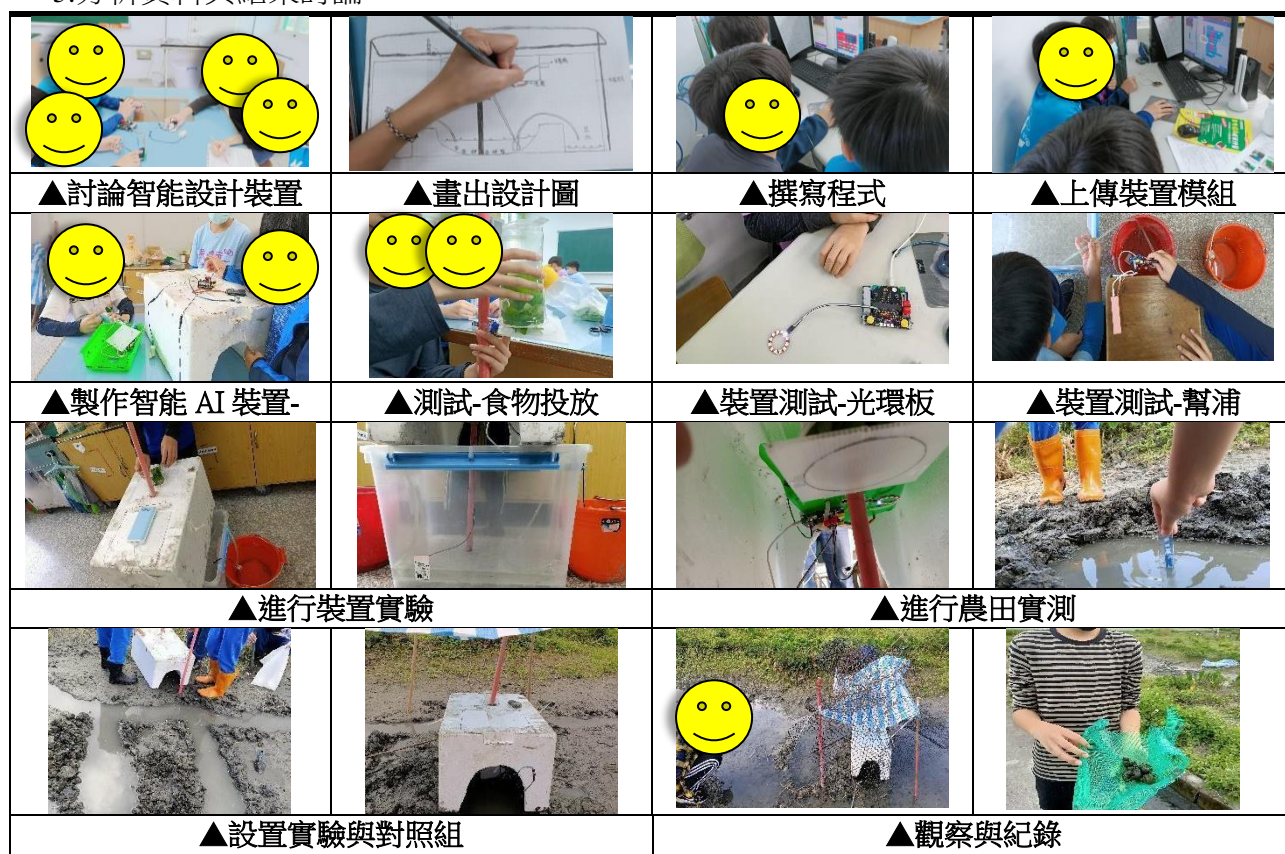
研究六、運用智能 AI 裝置捕捉福壽螺

(一)研究器材：

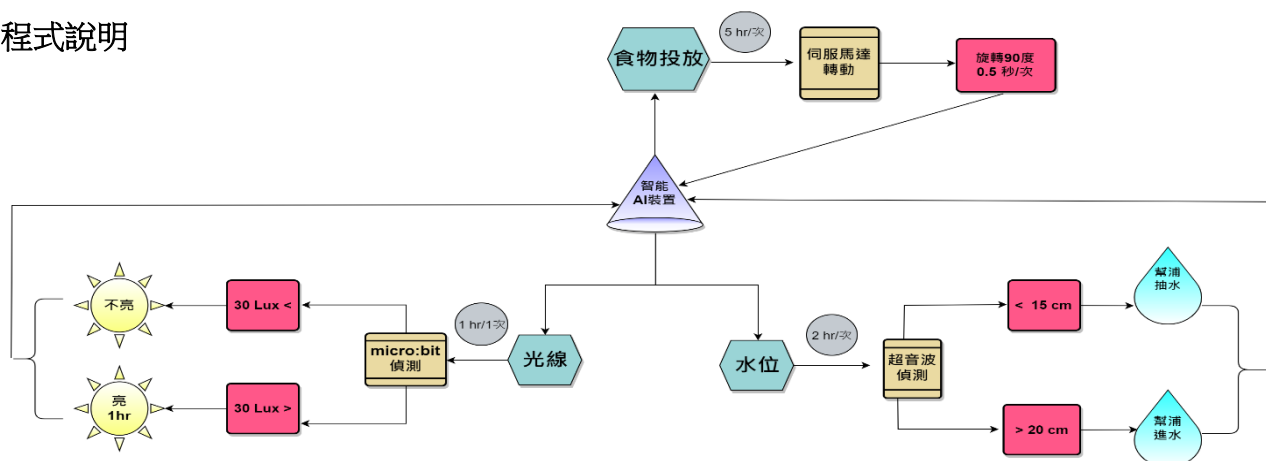
保麗龍箱 1 個、KSB039、燈環、幫浦、伺服馬達、超音波模組、杜邦線、排針、字幕機、棚布、裝置盒一個、木棍 5 根、杯子 1 個、地瓜葉、塑膠板 1 個。

(二)研究方法：

1. 討論與設計 AI 智能裝置。
2. 用 MakeCode 撰寫食物投放、自動控水、智能感光程式寫入 KSB039。
3. 上傳裝置模組，製作智能 AI 裝置。
4. 將智能 AI 裝置放入農田實際運作，觀察與記錄裝置效能。
 - (1) 在農田中挖出兩條溝渠。
 - (2) 一條架設 AI 智能裝置視為實驗組，另一條不裝設器材視為對照組。
 - (3) 觀察與記錄福壽螺數量變化。
5. 分析資料與結果討論。



程式說明



▲圖 6-1 智能 AI 設計邏輯圖

The code is divided into two sections. The first section, labeled '當啟動時' (When started), contains a '伺服寫入 腳位 P0 至 0' (Servo write pin P0 to 0) block and a '清空 畫面' (Clear screen) block. The second section, labeled '重複無限次' (Repeat indefinitely), contains a sequence of three blocks: '伺服寫入 腳位 P0 至 90' (Servo write pin P0 to 90), '暫停 500 毫秒' (Pause 500 ms), '伺服寫入 腳位 P0 至 0' (Servo write pin P0 to 0), '暫停 500 毫秒' (Pause 500 ms), and '暫停 18000000 毫秒' (Pause 18000000 ms).

1. 當啟動時，伺服馬達的角度設為 0，然後先執行一次轉 90 度再轉到 0 度，結束後等待 5 小時後，才會再執行一次食物投放。

The code is under the '當啟動時' (When started) section. It includes three blocks: '變數 strip 設為 引腳 P2 初始化燈帶 12 顆LED (模式 RGB (GRB順序))' (Variable strip set to pin P2 initialize LED strip 12 LEDs (mode RGB (GRB order))), '設定LCD1602 I2C位址 0x27' (Set LCD1602 I2C address 0x27), and 'LCD畫面清除' (Clear LCD screen).

2. 當啟動時，打燈環上的燈初始化後，再讓字幕機的畫面清除。

The code is under the '重複無限次' (Repeat indefinitely) section. It starts with a 'ping trig P13' block (echo P13, unit cm) and a '變數 sonar 設為' (Variable sonar set to) block. This is followed by three LCD display blocks: 'LCD 顯示字串 " " 在座標 x: 0 y: 0', 'LCD 顯示數字 sonar 在座標 x: 0 y: 0', and 'LCD 顯示字串 "cm" 在座標 x: 3 y: 0'. Then, there is an '如果 sonar >= 20 那麼' (If sonar >= 20 then) block containing '數位信號寫入 引腳 P0 數字 1', '暫停 10000 毫秒', and '數位信號寫入 引腳 P0 數字 0'. Finally, there is an '如果 sonar < 15 那麼' (If sonar < 15 then) block containing '數位信號寫入 引腳 P1 數字 1', '暫停 10000 毫秒', '數位信號寫入 引腳 P1 數字 0', and '暫停 7200000 毫秒'.

3. 變數 sonar 設為超音波感測到的距離，先清除字幕機的畫面，再顯示超音波感測到的距離。每兩小時會自動偵測一次，若感測到的離水面距離大於 20cm，幫浦就會進水 10 秒；若感測到的距離小於 15cm，幫浦就會出水 10 秒。

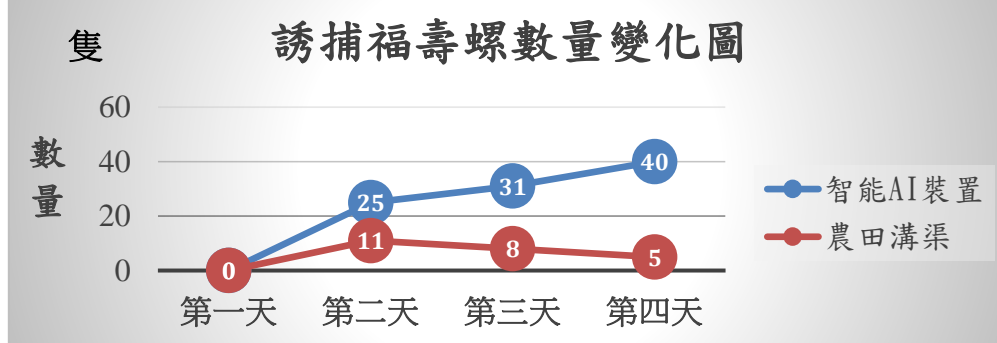
The code is under the '重複無限次' (Repeat indefinitely) section. It starts with an '如果 光線感測值 < 30 那麼' (If light sensor value < 30 then) block. Inside this block, there are four 'strip' blocks: '顯示顏色 白' (Show color white), '設置亮度為 50' (Set brightness to 50), '刷新顯示' (Refresh display), and '清除顯示' (Clear display). This is followed by a '暫停 3600000 毫秒' (Pause 3600000 ms) block. After the 'if' block, there are two more 'strip' blocks: '刷新顯示' (Refresh display) and '清除顯示' (Clear display), followed by another '暫停 3600000 毫秒' (Pause 3600000 ms) block.

4. 如果 micro:bit 上的光線感測值小於 30，就亮燈持續 1hr，1 小時後會再偵測一次

(三)研究結果：

表 6-1 誘捕福壽螺統計表(單位：隻)

組別	觀測期	第一天	第二天	第三天	第四天
	項目				
實驗組	智能 AI 裝置	0	25	31	40
對照組	農田溝渠	0	11	8	5



▲圖 6-1 誘捕福壽螺數量變化圖

(四)討論發現

1. 依表 6-1 可知，實驗組的福壽螺比對照組的多且捕捉到福壽螺日漸增加，而對照組的福壽螺相對下降，表示福壽螺比較喜歡實驗組的環境。
2. 透過 AI 智能裝置下，能有效的誘捕福壽螺，達到省時省力且天然的功效。

(五)研究誤差

1. 福壽螺可能會鑽進土裡，造成無法準確清點福壽螺的數量。
2. 正式實驗的次數不多，無法更客觀的證明效果。

肆、結論

一、研究發現：

經由研究，我們了解福壽螺的習性及對本土物種的危害性，以下是我們的研究發現：

- (一)福壽螺會危害本土種的生物的生存空間，也會大量啃食農作物。經田野調查與訪談專家討論後，可採用圍堵法或利用水位差的控管讓福壽螺集中，再進行人工撈捕給鴨子、烏鰡等生物吃。
- (二)經食物研究，發現福壽螺喜歡吃馬鈴薯、地瓜葉、番茄、玉米等食物，而對山藥、萵苣、花椰菜、吐司等食物較沒興趣，發現牠們比較喜歡軟嫩且有甜份的食物。
- (三)在溫度實驗中，發現福壽螺在水溫 16-25°C 的環境下，活動力較為活躍，在低於 15°C 的水溫較不活躍，所以福壽螺在冬季活動力低。另外越大隻的福壽螺越能適應較高溫的環境，但卻不喜歡往高處爬行。
- (四)經光線實驗中，發現福壽螺喜歡昏暗的環境，在全黑或光線太亮的环境下活動力明顯偏低，尤其當光線過亮時除了會縮進殼裡也會遠離光源、鑽進土裡躲避強光。
- (五)根據水位高度實驗，發現福壽螺在乾燥環境下活動力差，會縮在殼裡或鑽進土裡保持自身水分，而牠們也較能適應高水位的環境，喜歡在有水的環境下活動。
- (六)智能 AI 裝置中，透過食物投放、控制光線、控管水位高度等三項裝置來誘捕福壽螺，明顯提升捕捉效率，可減少農人在人力上的負擔，也能降低農藥的使用率。

二、未來發展：

除了上述研究外，還有一些想法尚未完成，希望仍在未來繼續改進與努力：

- (一)在觀察福壽螺的過程中，後續研究可以架設攝影機，監測田中福壽螺的動向，做長時間的觀測與比較。
- (二)為求實驗精確，每個類別項目的食物，可以增加實驗次數，增加資料的準確性，以了解福壽螺的習性。
- (三)在水溫研究中，水溫維持在一定區間內並不容易，除了在觀測過程中，需減少與空氣的接觸外，還需定時監測溫度做好控溫步驟，因此可以尋找控溫裝置得以維持溫度的恆定。
- (四)在光線研究中，會因為水的折射會影響座標判斷上的誤差，可以利用尺或其他工具輔助測量，以減少誤差。另外可增加實驗次數，以增加結果的準確性。
- (五)在水位研究中，除了可以利用工具降低水的折射現象造成的誤差，另外可以研究更高水位了解，了解在不同水位下福壽螺的行為狀況。
- (六)在智能裝置下，可以再改進的方向是，結合手機遙控，在家也可監控農田狀況，並且進行遠端控制裝置啟動，也可用 AI 辨視鏡頭辨識福壽螺，使伺服器馬達轉動，自動啟動裝置，以增加裝置的自動化效能與便利性的功效。

三、建議：

依據研究心得，提供一些建議，給後續針對福壽螺研究或對於智能 AI 裝置進行改善的人：

- (一)可以研究流動水域與靜止水域對福壽螺的影響性，我們的實驗大多是在實驗室進行，偏向靜態水域的環境，但農田環境多為流動水域，後續可以在流動性的場域深入研究。
- (二)AI 智慧裝置主要動力來源是電力，農人對於福壽螺的危害問題，希望以最低成本來進行，因此後續研究上可用水力發電的概念，來解決電力問題，使器材朝向簡化與簡便的方向努力。
- (三)在 AI 的裝置下開發下，可設計自動捕捉的機器人，降低人力上的消耗。

伍、參考資料

王美芬等(2022)。國民小學自然與生活科技課本第八冊(六下)。臺北市：康軒文教事業股份有限公司。

附錄一 訪談大綱

(一) 生態農田的理念

1. 生態農田與一般農田的差異?
2. 生態農田的優缺點?
3. 在自然農法下，有遇到什麼困境嗎?

(二) 福壽螺與環境

1. 福壽螺比較喜歡何種環境?
2. 在什麼環境下常看到福壽螺?
3. 福壽螺在哪個季節較為活躍?
4. 水位高度差對福壽螺是否有影響?

(三) 福壽螺與農田

1. 農田中福壽螺的比例高嗎?
2. 福壽螺對農田有造成什麼危害?
3. 福壽螺與農田有共生的可能嗎?

(四) 福壽螺的食物

1. 福壽螺比較常啃食農田中什麼食物?

(五) 福壽螺的防治策略

1. 針對福壽螺的入侵，如何預防?
2. 在福壽螺的防治上採用了什麼方式，請具體說明?
3. 防治的成效如何?
4. 是否有需要改進的地方?