

中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高中組 生物(生命科學)科

040701

蠟地蝮查

—五種蠟地蝮形態行為、繁殖與生物防治應用

學校名稱：高雄市立高雄高級工業職業學校

作者： 高二 劉人豪 高二 陳家輝 高二 曾恬倚	指導老師： 吳鴻輝 張德豫
---	-----------------------------

關鍵詞：蠟地蝮、型態行為、生物防治

壹、內容摘要

本研究以 2 科 5 種不同的蠖蝮：普通真肥蠖蝮、黑環真肥蠖蝮、濱海肥蠖蝮、日本球蠖蝮、四刺球蠖蝮之採集、形態特徵與捕食動作、自我防衛、挖洞及游泳等生活習性之探討，並針對五種蠖蝮的棲息環境做模擬佈置、進而飼育達六個月以上，期間並成功繁殖了五種研究的蠖蝮；對於五種蠖蝮棲息地的溫濕度、酸鹼值作一歸納表，並列表比較不同種的蠖蝮之行爲、飼育環境及外觀特徵等的不同處。

針對果園病蟲害物種－東方果實蠅做生物防治研究，發現 2 種蠖蝮(日本球蠖蝮及四刺球蠖蝮)對其幼蟲具有極強烈的捕食性；比對果園已存在的蠖蝮的棲地得知兩種蠖蝮之生長環境有相近之處，利用此點，可於果園調查生態環境並適當數量野放，可做為生物防治的極大幫助。

貳、研究動機

小時候喜歡抓甲蟲，因此常常翻開落葉堆以尋找甲蟲的幼蟲，其中，就會看到一種黑黑的、長有夾子的小蟲子，就是看起來像隱翅蟲的蠖蝮，聽說隱翅蟲會分泌隱翅蟲素使手潰爛灼傷，因此對長的和牠很像的蠖蝮退避三舍，但是接觸昆蟲久了之後才知道，蠖蝮這種昆蟲完全無毒，因此國中就以蠖蝮做為科展的研究對象。

延續國中做完黑環真肥蠖蝮的相關研究之後，對蠖蝮還是非常有興趣，在 2010 年台灣大學舉辦的「瘋昆蟲」的昆蟲研習營中與講師討論得知現今國人在研究革翅目上所遇到的困難是「抓不到、養不活」，而國外已經有用蠖蝮做為生物防治的案例。台灣卻從未起步；因此決定於高中再次著手研究，除了深入探討原先研究的黑環真肥蠖蝮之外，另外研究其他五種研究過程中所採集到的蠖蝮的外觀特徵及生活習性，並且研究探討飼養及繁殖的方法幫助擴展台灣革翅目研究。

參、研究目的

- 一、了解五種蠖蝮的形態特徵並比對棲地對其身體構造及外部形態的影響。
- 二、了解蠖蝮的生活行為之差異性。
- 三、研究「採集、飼養、繁殖」等方法以提供學者做相關研究之參考。
- 四、利用不同蠖蝮的生長環境特性，找出可應用於果園中病蟲害的生物防治關係。

肆、研究器材

在研究過程中需使用之器材如下：

- 一、飼養器材：化妝品收納盒[(3x6 格)(20.5x10.3cm)](如圖 4-1)、小型收納盒 3x6(如圖 4-2)、防水膠布、小型保鮮盒(如圖 4-3)、模型展示盒[(166x82x100mm)](如圖 4-4)、飼養箱、鑷子、蟲針
- 二、實驗器材：鑷子、剪刀、滴管、培養皿、探針、蟲針、刀片、保麗龍、酒精、檯燈及解剖顯微鏡(如圖 4-5)、游標卡尺、濕度&酸鹼值檢驗器
- 三、飼養食物：魚飼料、吃剩的水果、昆蟲
- 四、電子儀器：數位相機(Nikon s8000)、筆記型電腦、手機

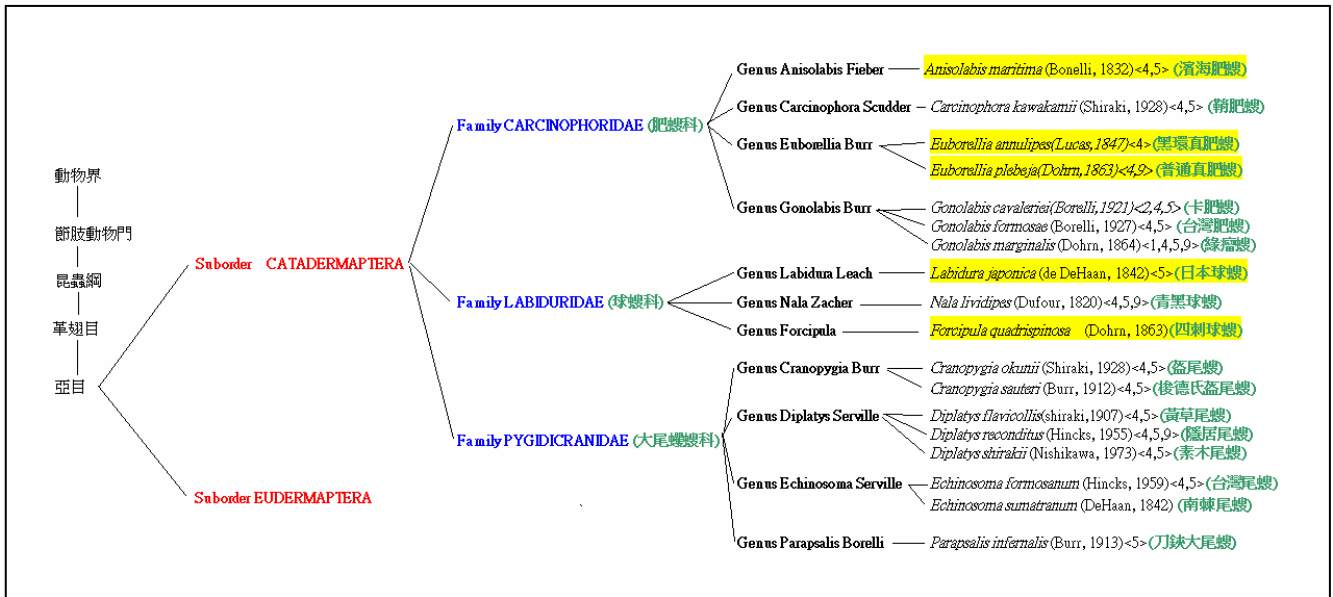
伍、研究過程或方法

一、文獻探討

革翅目的昆蟲通稱為蠓蠓，中文是以牠在地上匍匐前進尋食物的樣子取名；蠓蠓在分類上屬於動物界→節肢動物門→昆蟲綱→有翅亞綱→漸變態類→革翅目

Dermaptera(Earwigs)，首先由 Carl de Geer, 1773 年建立；全世界共有 10 科，1000 多種，根據周樑鎰(1998)的名錄記載，台灣革翅目的種類有 2 亞目 6 科 28 屬 49 種；於 2005 年發表之四刺球蠓蠓係台灣之新紀錄種，因此台灣革翅目應有 2 亞目 6 科 29 屬 50 種。研究的蠓蠓為：

- | | |
|---|---|
| (一)、肥蠓蠓科(Family Carcinophoridae) | (二)、球蠓蠓科(Family Labiduridae) |
| 1、黑環真肥蠓蠓(<i>Euborellia annulipes</i>) | 4、日本球蠓蠓(<i>Labidura japonica</i>) |
| 2、普通真肥蠓蠓(<i>Euborellia plebeja</i>) | 5、四刺球蠓蠓(<i>Forcipula quadrispinosa</i>) |
| 3、濱海肥蠓蠓(<i>Anisolabis maritima</i>) | |



蠓蠓生長過程沒有蛹期，屬於漸變態。蠓蠓口器為咀嚼式，雜食性，有些種類以果蔬為主、有些為腐食性或捕食其他節肢動物為主食，通常於夜間外出覓食；國外曾以黑環真肥蠓蠓作為生物防治的昆蟲，用以防治玉米害蟲及蘋果綿蚜，東京大學也曾做過其唾液之殺菌效果，但是許多昆蟲網站，甚至連昆蟲圖鑑，都載明台灣無國人從事其相關研究。

二、採集棲地的分析

首先，要觀察一蠓蠓的外觀，必須在各個不同的棲所找到蠓蠓的蹤跡，並採集所需要觀察的種類(如圖 5-1)，其採集地環境如表 5-1 所示。



圖 5-1 組員採集蠖螋之情形

表 5-1 蠖螋採集棲地分析表

種類 \ 棲地	環境	因素
1. 黑環真肥蠖螋 (<i>Euborellia annulipes</i>)	 採集地—落葉堆、腐質物下	a. 酸鹼值 PH6~6.9 b. 溫度約 21°C~32°C c. 濕度 5%~72%
2. 普通真肥蠖螋 (<i>Euborellia plebeja</i>)		
3. 濱海肥蠖螋 (<i>Anisolabis maritima</i>)	 採集地—墾丁岩岸潮間帶	a. 酸鹼值 PH7 左右 b. 溫度約 10°C~36°C c. 濕度 10%~100%
4. 日本球蠖螋 (<i>Labidura japonica</i>)	 採集地—旗尾溪河岸沙石地	a. 酸鹼值 PH7 左右 b. 溫度約 14°C~34°C c. 濕度 2%~80%
5. 四刺球蠖螋 (<i>Forcipula quadrispinosa</i>)	 採集地—旗南溪河岸沙石地	a. 酸鹼值 PH7.2 b. 溫度約 14°C~34°C c. 濕度 2%~48%

三、五種蠓虻的分類

將在不同棲地採集到的五種蠓虻分類並拍照，比對文獻後整理分類如表 5-2 所示。

表 5-2 五種蠓虻分類表

種類 \ 性別	♂ (male)	♀ (female)
1. 黑環真肥蠓虻 (<i>Euborellia annulipes</i>)	 (標本個體)	
2. 普通真肥蠓虻 (<i>Euborellia plebeja</i>)	 (標本個體)	
3. 濱海肥蠓虻 (<i>Anisolabis maritima</i>)		
4. 日本球蠓虻 (<i>Labidura japonica</i>)	 大型	
	 中型	
	 小型	
5. 四刺球蠓虻 (<i>Forcipula quadrispinosa</i>)	 大型	
	 中型	
	 小型	

四、五種蠼螋的特徵分析

將五種蠼螋分類後，以顯微鏡觀察其外觀特徵，針對體型、頭部、胸部、腹部、尾夾與步足分類如表 5-3 所示。

表 5-3 五種蠼螋外觀特徵分析表


種類	部位	體型	頭部	胸部
1. 黑環真肥蠼螋 (<i>Euborellia annulipes</i>)		a. 體長 12~13mm b. 瘦長，體色黑色至淡黃褐色 c. 頭部呈五角形 d. 頭胸間具頸為乳白色 e. 尾夾短小雄雌無太大差異 f. 於頭部兩側有一對黑色的複眼		
			a. 光滑 b. 觸角 16 節 c. 柄節呈淡咖啡色 d. 梗節淡褐色 e. 第 13-14 鞭節灰白色	a. 光滑 b. 完全無翅
2. 普通真肥蠼螋 (<i>Euborellia plebeja</i>)		a. 體長 11~14mm b. 瘦長，體色黑色至深咖啡色 c. 頭部呈五角形 d. 頭胸間具頸為乳白色 e. 尾夾短小雄雌無太大差異 f. 於頭部兩側有一對黑色的複眼		
			a. 光滑 b. 觸角 15 節 c. 柄節呈淡咖啡色 d. 梗節淡褐色 e. 第 12-14 鞭節灰白色	a. 光滑 b. 擁有已退化的翅芽
3. 濱海肥蠼螋 (<i>Anisolabis maritima</i>)		a. 體長 23~24mm b. 長而扁平，體色紅色至橘紅色 c. 頭部呈五角形 e. 頭胸間具頸為淡橘黃色 f. 尾夾略為細長，雄雌各異 g. 於頭部兩側有一對黑色的複眼		
			a. 頭部光滑 b. 觸角 21 節 c. 柄節、梗節及鞭節皆為橘紅色	a. 光滑 b. 完全無翅 e. 背板左、右後緣深紅褐色
4. 日本球蠼螋 (<i>Labidura japonica</i>)		a. 體長 16~22mm b. 瘦長，體色黑色至橘紅色 c. 頭部呈五角形 d. 頭胸間具頸為橘黃色 e. 尾夾細長，雄雌各異 f. 於頭部兩側有一對黑色的複眼		
			a. 粗糙 b. 觸角 30 節 c. 柄節、梗節及鞭節皆為淡橘黃色	a. 擁有完整翅膀 b. 後翅通常退化，稍微可見或完全覆蓋於前翅下 c. 前翅為褐色至黑色，交合處則為橘紅色；其交合處為左前翅微覆蓋於右前翅上
5. 四刺球蠼螋 (<i>Forcipula quadrispinosa</i>)		a. 體長 18~21mm b. 長而扁平，體色黑色至淡黃褐色 c. 頭部呈五角形 d. 頭胸間具頸為淺黃棕色 e. 尾夾長且彎曲，雄雌各異 f. 於頭部兩側有一對黑色的複眼		
			a. 粗糙且覆有細毛 b. 觸角 28 節 c. 柄節、梗節及鞭節皆為淺黃色	a. 擁有完整且發達的翅膀 b. 前翅為灰色至黑色，無交合 c. 後翅突出之後緣中間有黃斑

表 5-3 (續) 五種蠼螋外觀分析表

種類 \ 部位	腹部	尾夾	腹部及尾夾	步足
1. 黑環真肥蠼螋 (<i>Euborellia annulipes</i>)	a. 光滑 b. 呈黑色至深褐色 c. 每節接合處有細毛 d. 雄、雌蟲尾節各為 8 節及 10 節	a. 雄蟲尾夾右側較左側為高，且彎曲 b. 雌蟲尾夾兩側對稱 c. 尾夾內側擁有微小鋸齒，呈黑色至深紅褐色 d. 雄蟲雌蟲尾夾皆約 2mm	 ♂ ♀	a. 腿節下緣有凹縫 b. 各腳腿、脛節前段有黑褐色斑紋，其餘皆為淡黃色 c. 前端為跗節及鉤爪
2. 普通真肥蠼螋 (<i>Euborellia plebeja</i>)	a. 光滑 b. 呈黑色至深褐色 c. 每節接合處有細毛 d. 雄、雌蟲尾節各為 8 節及 10 節	a. 雄蟲尾夾右側較左側為高，兩尾夾皆有彎曲 b. 雌蟲尾夾兩側對稱 c. 尾夾內側擁有微小鋸齒呈黑色至深紅褐色 d. 雄蟲雌蟲尾夾皆約 2mm	 ♂ ♀	a. 腿節下緣有凹縫 b. 各腳腿、脛節前段有黑褐色斑紋，其餘皆為淡黃色 c. 前端為跗節及鉤爪
3. 濱海肥蠼螋 (<i>Anisolabis maritima</i>)	a. 光滑 b. 呈橘紅色 c. 每節接合處有細毛 d. 雄、雌蟲尾節各為 8 節及 10 節	a. 雄蟲尾夾彎曲呈圓弧形 b. 雌蟲尾夾細長 c. 尾夾內側擁有微小鋸齒 d. 雄蟲尾夾約為 3mm，雌蟲尾夾約為 6mm	 ♂ ♀	a. 腿節下緣有凹縫 b. 呈淡黃色 c. 前端為跗節及鉤爪 d. 其跗節覆有大量細毛
4. 日本球蠼螋 (<i>Labidura japonica</i>)	a. 細微顆粒均勻分布 b. 除最後一尾節為淡橘黃色外，其餘皆為橘紅色 c. 每節接合處有細毛，且公蟲在每一腹節末有環繞腹節之突起顆粒 d. 雄、雌蟲尾節各為 8 節 10 節	a. 雄蟲尾夾於基部為分開，逐漸向內彎曲且微微上揚；大型雄蟲擁有兩明顯小突刺，中型則有一枚於尾夾中央，小型則有一枚靠近基部 b. 雌蟲尾夾細長且對稱 c. 尾夾內側擁有微小鋸齒；呈淡橘色至深橘紅色，尖端呈深橘紅或黑色 d. 雄蟲尾夾約為 5~8mm，雌蟲尾夾約為 3mm	 ♂ (大型) ♀	a. 呈淡黃色 b. 前端為跗節及鉤爪
5. 四刺球蠼螋 (<i>Forcipula quadrispinosa</i>)	a. 細微顆粒均勻分布，且覆有黃棕色細毛 b. 呈黑至深褐色 c. 每節接合處有細毛 d. 雄、雌尾節各為 8 節及 10 節	a. 雄蟲尾夾於基部分開，通常內側有兩次彎曲；大型雄蟲尾夾兩次彎曲分隔於總長 2/3 處，中型約為 3/5，且後段較直；小型兩次彎曲分隔約在總長 1/2 處，且彎曲較不明顯 b. 雌蟲尾夾對稱，靠近末端有一明顯鉤刺 c. 尾夾內側擁有微小鋸齒；呈深紅色，末端為暗紅色至黑色 d. 雄蟲尾夾約為 13mm，雌蟲尾夾約為 6mm	 ♂ (大型) ♀	a. 呈黃棕色 b. 覆有綿密之黃白色軟毛 c. 前端為跗節及鉤爪 d. 脛節近關節處有一淡黑色斑紋

五、五種蠖蝮的行為分析

在採集及飼養的過程中，我們發現了幾個蠖蝮特別的生活行為，將五種蠖蝮生活行為分析如表 5-4 所示。

1.捕食

- 動機：國中曾做過黑環真肥蠖蝮的攻擊方式，因此在高中接觸他種蠖蝮之後，決定觀察另外四種蠖蝮的捕食方式及狀況，並比較有何不同之處。
- 實驗設計：在一小空間裡，放入蟑螂等小型獵物(如圖 5-2)

2.行動及逃亡

- 動機：由於在採集的過程中，每當我們翻開掩體時，蠖蝮總是跑得比其他昆蟲都還要慢，我們因此感到奇怪，蠖蝮的爬行方式是否與其他昆蟲不同呢？蠖蝮在野外若遇到天敵時也這樣逃跑嗎？還是牠們有牠們特別的逃跑方式呢？
- 實驗設計：將蠖蝮放置在空曠處，觀察其移動的狀況，並嘗試對牠攻擊，觀察其逃亡的方式。(如圖 5-3)

3.藏匿

- 動機：我們將蠖蝮從採集地抓回來放進我們所準備的飼養箱時，發現牠們會為了躲藏而在飼養箱中挖洞，我們便想知道，若不同種的蠖蝮，其躲藏的方式是否會不同。
- 實驗設計：觀察蠖蝮在我們模仿的棲地中躲藏的狀況(如圖 5-4)

4.游泳

- 動機：在一次到墾丁班遊的時候，我們採集到了濱海肥蠖蝮，同時開始思考，牠住在海邊，若漲潮時牠們會不會游泳呢？雖然查閱網路資料得知蠖蝮是很怕水的，但是我們還是嘗試把濱海肥蠖蝮放進裝有水的容器中，並觀察，發現牠們其實並不怕水，而且會游泳到容器邊緣，於是我們便想看看其他四種蠖蝮是不是也都會游泳，若牠們會游泳，其游泳方式有何不同？
- 實驗設計：將蠖蝮放入裝有水的容器，觀察每一種蠖蝮的游泳方式，並用攝影機錄下，然後用 KMPlayer 軟體的擷圖功能分解牠游泳的動作(圖 5-5)，再將他的動作用簡單的線條畫下來(如圖 5-6)，五種蠖蝮完整游泳週期如附錄 1~5 所示。

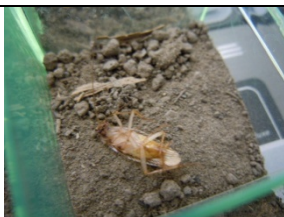


圖 5-2 觀察蠖蝮攻擊的環境



圖 5-3 觀察蠖蝮行走的環境



圖 5-4 觀察蠖蝮在佈置環境中躲藏的狀況



圖 5-5 觀察蠖蝮游泳的動作

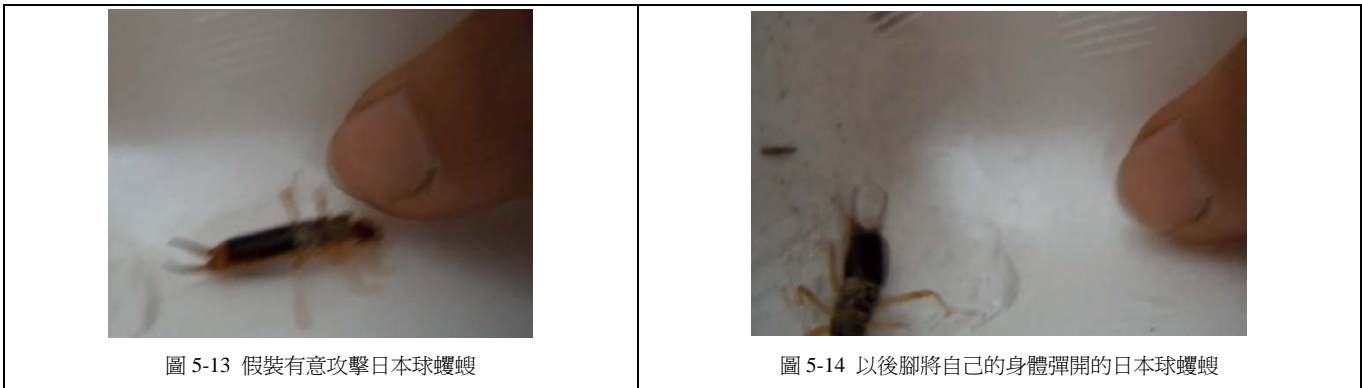


圖 5-6 用簡單的線條畫下蠖蝮游泳的動作

攻擊：



禦敵：



藏匿：

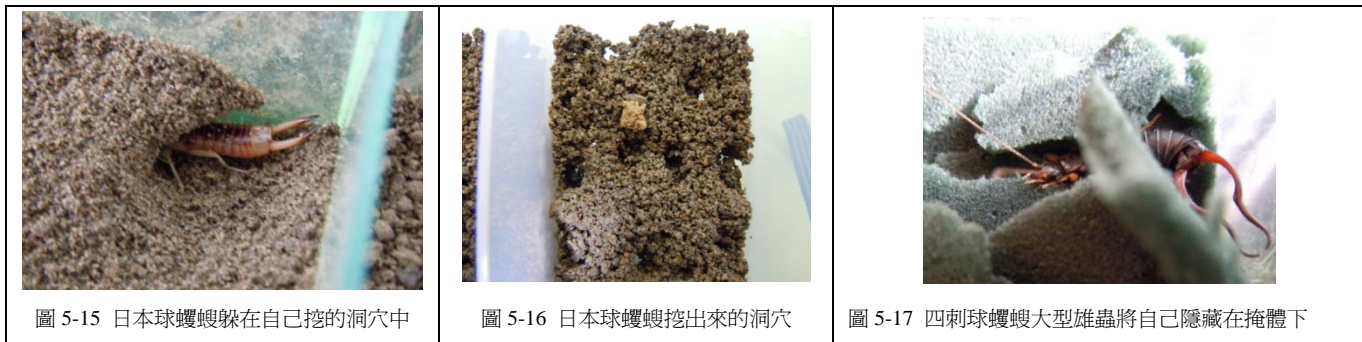


表 5-4 五種蠖蝮生活行為分析表

種類 \ 行為	捕食	行動及逃亡	藏匿	游泳
1.黑環真肥蠖蝮 (<i>Euborellia annulipes</i>)	雌蟲有明顯攻擊行為，雄蟲則無	a.行動方式與一般昆蟲相似 b.逃亡時以躲藏為主	無明顯挖洞行為，以鑽進土裡為主要躲藏方式	游泳以 10 個動作為周期，身體扭曲成完整波浪狀
2.普通真肥蠖蝮 (<i>Euborellia plebeja</i>)	雌蟲有明顯攻擊行為，雄蟲則無	a.行動方式與一般昆蟲相似 b.逃亡時以躲藏為主	無明顯挖洞行為，以鑽進土裡為主要躲藏方式	游泳以 8 個動作為周期，身體扭曲成完整波浪狀
3.濱海肥蠖蝮 (<i>Anisolabis maritima</i>)	雌蟲較有明顯攻擊行為，雄蟲則完全不攻擊	a.與一般昆蟲相似，但行走緩慢 b.逃亡時以躲藏為主	會挖掘隧道，在掩體下時，會以泥沙覆蓋附近細縫	游泳以 10 個動作為周期，身體扭曲成完整波浪狀
4.日本球蠖蝮 (<i>Labidura japonica</i>)	雄雌皆有明顯攻擊行為	a.與一般昆蟲相似，且行走迅速 b.逃亡時除了逃走的方式外，還有跳躍的方式逃離	以前腳快速挖掘小洞穴，躲藏時將頭部或尾部露出或者兩者皆露出	游泳以 5 個動作為周期，身體扭曲成半圓弧狀
5.四刺球蠖蝮 (<i>Forcipula quadrispinosa</i>)	小型雄蟲及雌蟲皆有明顯攻擊行為	a.行動方式與一般昆蟲相似 b.逃亡時以躲藏為主	挖掘淺坑，通常躲藏以掩體為主	游泳以 5 個動作為周期，身體扭曲成半圓弧狀

六、蠖蝮採集研究

方法：若要採集一種蠖蝮，須先了解牠的棲息環境，到一個地方，先觀察附近的環境，並且尋找可能躲有蠖蝮的地方，若找到蠖蝮了，便將其環境及種類記錄下來。

過程：紀錄如表 5-5，為了更明確的顯示一地方所抓到的蠖蝮數量多寡，因此紀錄使用+代替我們的抓取的數量，最後再紀錄總數。

表 5-5 蠖蝮採集數量分佈示意表


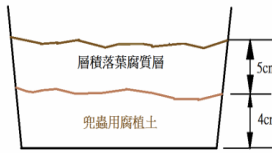





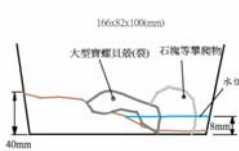
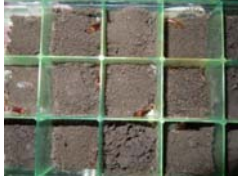
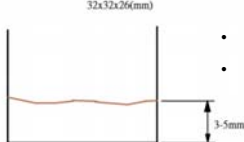

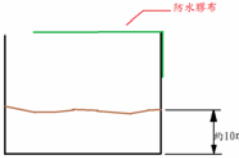
棲地 \ 種類	黑環真肥蠖蝮	普通真肥蠖蝮	濱海肥蠖蝮	日本球蠖蝮	四刺球蠖蝮
旗南河邊中央沙石堆積處	-	-	-	+++++	+++++
旗南河邊沙岸岩石下	-	-	-	++	+
旗南河邊泥岸岩石下	+	+	-	-	++
旗尾溪邊沙岸岩石下	-	+	-	+++	+
嘉義八掌溪河道岩石下	+	-	-	-	+
墾丁貓鼻頭沙岸岩石下	+	-	-	-	-
墾丁白沙灣沙岸岩石下	-	-	-	-	-
墾丁海生館潮間帶岩石下	-	-	++	-	-
旗津沙岸岩石下	-	-	-	-	-
陽明國中前庭石頭下	++	+	-	-	-
東光國小腐植物堆	+++++	+++++	-	-	-
鳳山體育場大王椰子落花堆積處	+	++	-	+	-
高雄高工草皮	+	++	-	-	-
中正高工體育場草皮	-	+	-	-	-
陽明國中操場草皮	+	+	-	-	-
陽明國小草皮	-	-	-	-	-
中正體育場草皮	+	+	-	-	-
鳳山體育場草皮	+	+	-	++	-
總數	43	48	8	48	35

- =未抓到 + =1~5 隻 ++ =6~10 隻 +++ =11~15 以此類推

七、蠟螈飼養研究

採集蠟螈之後，嘗試飼養，將成功飼育的方法列出如表 5-6 所示。

表 5-6 五種蠟螈的飼育方法

種類	方法	方法
1. 黑環真肥蠟螈 (<i>Euborellia annulipes</i>)	a. 對低溫的抵抗力較低，在野外居住地的溫度約在 21°C 左右。 b. 由於在野外，牠們是吃腐葉堆中的有機物質維生，因此我們飼養方式是將吃剩的水果核丟進飼育環境中，讓牠在環境中自然腐敗。	  <ul style="list-style-type: none"> 腐質土(壓緊)為底。 上層覆蓋落葉堆肥。 溫度控制大約在 18°C 以上。 酸鹼值控制在 PH6~7 之間
2. 普通真肥蠟螈 (<i>Euborellia plebeja</i>)	c. 需要的共生生物有跳蟲、陸團蟲、及馬陸等以腐植物為主要食物來源的生物；因為我們觀察到，缺少了分解者，飼養箱中就會滋生大量的果蠅，甚至很有可能發霉造成蠟螈死亡。	    <p>跳蟲 馬陸 1 馬陸 2 陸團蟲</p>
3. 濱海肥蠟螈 (<i>Anisolabis maritima</i>)	a. 此種蠟螈是以觸鬚先試探食物，若以餵食的方式給予食物，會讓牠以為危險將近而逃跑，因此餵食的方式並不適合濱海肥蠟螈。 b. 我們之後嘗試投餌(魚飼料)於潮濕土表(使乾燥之魚飼料泡軟)的餵食方法較容易，而牠們也會在兩三天內將食物吃完。	  <ul style="list-style-type: none"> 先將飼養箱的一端堆放砂土。 置入少量的水(除了模擬潮間帶外，還有保持土壤潮濕的作用)。 放置可攀爬或藏身的岩石等。
4. 日本球蠟螈 (<i>Labidura japonica</i>)	a. 本種在飼養的過程中，我們發現牠們的食性偏向肉食性。 b. 我們用分隔的盒子來佈置環境，防止其強烈的捕食同類現象。	  <ul style="list-style-type: none"> 直接在分隔盒子中放入少量的沙子(約 3-5mm 厚) 放入約 4cc 的水 溫度不可低於 12 度 C, 否則蠟螈可能會因此死亡。
5. 四刺球蠟螈 (<i>Forcipula quadrispinosa</i>)	a. 貼上膠布以保持其陰暗的環境，以防止光線大量射入導致四刺球蠟螈於人造環境中不適應而焦躁。 b. 此種翅膀發達，在觀察時，有展翅的行為發生。 c. 四刺球蠟螈會因為黴菌而死亡，因此不能使飼養環境有黴菌的產生。 d. 我們用分隔的盒子來佈置環境，防止其強烈的捕食同類現象	  <ul style="list-style-type: none"> 直接在分隔盒子中放入少量的沙子(約 3-5mm 厚)。 放入約 4cc 的水。 在盒子四周及蓋上覆上膠布。

e. 於 2004 年由台灣曾義雄先生及法國法比恩哈斯先生發現於台灣高雄縣寶來。

八、探討繁殖蠼螋的方法

調整飼養環境使其產卵繁殖，記錄下其成功繁殖蠼螋之環境特徵，並將其歸納如表 5-7

表 5-7 五種蠼螋繁殖因素分析表

種類 \ 行爲	交配	產卵	育幼
1. 黑環真肥蠼螋 (<i>Euborellia annulipes</i>)		 普通真肥蠼螋於飼養箱底部產卵	 試管中觀察育幼情形
2. 普通真肥蠼螋 (<i>Euborellia plebeja</i>)	(1) 雌蟲以觸鬚探知雄蟲 (2) 雌蟲轉身以尾夾夾擊或腹部撞擊雄蟲 (3) 雄蟲轉過身確認雌蟲後，以尾夾尋找雌蟲泄殖孔的位置 (4) 交配	 a. 以原飼養環境即會產卵 b. 酸鹼值約為 PH6.6~6.8 b. 卵大約 18 天會孵化	
3. 濱海肥蠼螋 (<i>Anisolabis maritima</i>)	未觀察到	 a. 查閱許多網站後發現，濱海肥蠼螋在野外的繁殖環境並沒有大量水分，因此將飼養箱水分蒸乾，濕度大約在 10%~40%左右即會產卵。 b. 酸鹼值約為 PH7 c. 環境需要有足夠的掩體及泥沙 d. 卵大約 20 天會孵化	 貝殼底下卵基將完全孵化，母蟲躲在背殼下
4. 日本球蠼螋 (<i>Labidura japonica</i>)	 (1) 雌蟲或雄蟲任何一方以觸鬚探知異性 (2) 以尾夾夾擊異性蟲 (3) 以尋找泄殖孔的位置 (4) 交配	 a. 將原佈置環境保持陰暗 b. 酸鹼值約為 PH6.9~7 c. 溫度大約在 22°C 以上	 於小型收納盒的分隔中與幼蟲互動
5. 四刺球蠼螋 (<i>Forcipula quadrispinosa</i>)	 (1) 雌蟲或雄蟲任何一方以觸鬚探知異性 (2) 以尾夾夾擊或用動尾夾撞擊異性蟲 (3) 不斷伸出生殖器，以尋找泄殖孔的位置 (4) 交配	 a. 將原佈置環境保持陰暗 b. 酸鹼值約為 PH6.9~7 b. 溫度大約在 20°C 左右	 於小型收納盒中與幼蟲一起吃魚飼料

九、生物防治

查閱文獻得知，在人類生活周遭會遇到的食植性昆蟲有：薊馬、介殼蟲、蚜蟲、紅蜘蛛、東方果實蠅、粉虱、飛蝨、薊馬、草蟬、蟾象等，其中有些較有名的作物害蟲如：寄生於榕樹葉的薊馬、為害多種作物的介殼蟲、蚜蟲及東方果實蠅等，有些甚至影響外銷國外的水果產業。嘗試將其中薊馬、飛蝨、草蟬三者的幼蟲和成蟲以及東方果實蠅的幼蟲之人工棲息環境中放入研究中的五種蠻螋，以觀察其對這幾種食植性昆蟲的捕食狀況。

陸、研究結果

研究一

由表格 6-1 歸納出下列數個結果

- 體型：**黑環真肥蠻螋及普通真肥蠻螋的體型大小十分相近，且體色皆為黑色至淡黃褐色；日本球蠻螋及四刺球蠻螋的體型大小也十分相近，但是日本球蠻螋的體色是黑色至橘紅色，四刺球蠻螋的體色是黑色至淡黃褐色；濱海肥蠻螋的體長較其他四種大，體色為紅色至橘紅色。
- 頭部：**黑環真肥蠻螋、普通真肥蠻螋及濱海肥蠻螋的頭部皆光滑，而日本球蠻螋及四刺球蠻螋的頭部則明顯粗糙。
- 胸部：**黑環真肥蠻螋、普通真肥蠻螋及濱海肥蠻螋的胸部，翅膀皆已退化，但普通真肥蠻螋的胸部還可見已退化的翅芽；日本球蠻螋及四刺球蠻螋皆有完整的翅膀，但是日本球蠻螋的後翅通常退化縮小，隱藏於前翅下，且日本球蠻螋的兩前翅已交合。
- 腹部：**黑環真肥蠻螋、普通真肥蠻螋及濱海肥蠻螋的腹部皆光滑，但黑環真肥蠻螋及普通真肥蠻螋的腹部皆呈黑色至深褐色，而濱海肥蠻螋的腹部則是橘紅色的，且濱海肥蠻螋的腹部與四刺球蠻螋相似，較為寬而扁平，但是四刺球蠻螋的腹部有微小顆粒均勻分布，且覆有細毛，大型四刺球蠻螋雄蟲的腹部第三到第六節兩側有四枚突起的刺；日本球蠻螋的腹部有細微顆粒均勻分布，且除最後一尾節為淡橘黃色外，其餘皆為橘紅色；公蟲在每一腹節末有環繞腹節之凸起顆粒。
- 尾夾：**黑環真肥蠻螋及普通真肥蠻螋的尾夾皆短小，且雌雄無太大差異；濱海肥蠻螋、日本肥蠻螋及四刺球蠻螋的尾夾公母各異，但是濱海肥蠻螋雄蟲尾夾短而彎曲呈圓弧形；日本球蠻螋雄蟲的尾夾於基部分開且略向內微彎曲；四刺球蠻螋雄蟲尾夾明顯彎曲兩圓弧，而四刺球蠻螋的雌蟲尾夾末端有一明顯鉤刺。
- 步足：**黑環真肥蠻螋及普通真肥蠻螋的脛腿節皆有明顯黑斑；濱海肥蠻螋及日本球蠻螋的腳雖然都很細長，但是濱海肥蠻螋的跗節有大量細毛；四刺球蠻螋的脛節近關節處有一淡黑色斑紋。

表 6-1 五種蠻螋外形特徵歸納表

種類 部位	黑環真肥蠻螋	普通真肥蠻螋	濱海肥蠻螋	日本球蠻螋	四刺球蠻螋
體型	a.體長 11~14mm b.體色黑色至淡黃褐色	a.體長 12~13mm b.體色黑色至淡黃褐色	a.體長 23~24mm b.體色紅色至橘紅色	a.體長 16~19mm b.體色黑色至橘紅色	a.體長 18~21mm b.體色黑色至淡黃褐色
頭部	光滑	光滑	光滑	較粗糙	較粗糙
胸部	無翅	有已退化的翅膀	無翅	a.前後翅完整，後翅通常較小 b.其交合處為左前翅微覆蓋於右前翅上	擁有發達的翅膀

表 6-1 (續) 五種蠖蝮外型特徵歸納表

腹部	a.光滑 b.呈黑色至深褐色	a.光滑 b.呈黑色至深褐色	a.光滑 b.寬而扁平 c.呈橘紅色	a.細微顆粒均勻分布 b.除最後一尾節為淡橘黃色外，其餘皆為橘紅色 c.公蟲每一腹節末有環繞腹節之突起顆粒	a.寬而扁平；中型以上雄蟲三到六節有微小突起的刺
尾夾	尾夾短小雄雌無太大差異	尾夾短小雄雌無太大差異	a.雄蟲尾夾彎曲呈圓弧形 b.雌蟲尾夾細長	a.雄蟲尾夾於基部分開且略向內微彎曲 b.雌蟲尾夾細長	a.雄蟲尾夾基部分開，長且明顯彎曲 b.雌蟲尾夾對稱，靠近末端有一明顯鉤刺
步足	脛腿節有明顯黑斑	脛腿節有明顯黑斑	跗節擁有大量細毛	較細且較長	脛節近關節處有一淡黑色斑紋

研究二

由表格 6-2 歸納出以下數個結果

(一)由行為比較

攻擊：黑環真肥蠖蝮、普通真肥蠖蝮及濱海肥蠖蝮的雄蟲幾乎沒有攻擊行為；四刺球蠖蝮的中、大型雄蟲也幾乎沒有攻擊行為，而日本球蠖蝮則是雄蟲與雌蟲皆會有攻擊獵物的行為。

逃亡：蠖蝮移動的方式與一般昆蟲相似；除日本球蠖蝮外的四種蠖蝮，逃亡皆以逃跑或是躲藏為主，而日本球蠖蝮則是會以跳躍的方式躲避敵人攻擊。

藏匿：黑環真肥蠖蝮、普通真肥蠖蝮及濱海肥蠖蝮的躲藏方式是鑽(潛)入土裡，但是棲地為濕黏泥土的濱海肥蠖蝮會鑽挖洞穴或是以泥土鋪填岩石細縫以供躲藏；日本球蠖蝮則有顯著的挖洞行為，而四刺球蠖蝮則以躲在掩體下為主。

游泳：黑環真肥蠖蝮、普通真肥蠖蝮及濱海肥蠖蝮的游泳方式皆是以身體扭動呈完整波浪狀，但是黑環真肥蠖蝮及濱海肥蠖蝮的游泳動作為十個動作一週期，而普通真肥蠖蝮則是八個動作為一週期；日本球蠖蝮與四刺球蠖蝮的游泳動作相近，身體皆扭動呈半圓弧狀，且游泳動作皆以五個動作為一週期。

(二)由同科蠖蝮比較

攻擊：肥蠖蝮科除濱海肥蠖蝮雄雌蟲較沒有攻擊行為外，黑環真肥蠖蝮及普通真肥蠖蝮的母蟲皆有顯著的攻擊行為；球蠖蝮科除中、大型四刺球蠖蝮雄蟲無顯著攻擊行為外，日本球蠖蝮雄蟲與雌蟲及四刺球蠖蝮小型雄蟲及雌蟲皆有顯著攻擊行為。

逃亡：肥蠖蝮科的蠖蝮逃亡以躲藏為主；球蠖蝮科的蠖蝮除了躲藏外，日本球蠖蝮還會以跳躍的方式躲避敵人。

藏匿：肥蠖蝮科除了濱海肥蠖蝮外的黑環真肥蠖蝮及普通真肥蠖蝮藏匿時皆以鑽(潛)入土中為主，濱海肥蠖蝮則是會鑽挖隧道或是以泥沙掩蓋細縫以供躲藏；球蠖蝮科的本球蠖蝮有明顯的挖洞行為，而四刺球蠖蝮則以躲藏於掩體下為主要藏匿行為。

游泳：肥蠖蝮科的蠖蝮，游泳方式相似，皆以身體扭動呈完整圓弧狀為主，但是黑環真肥蠖蝮及濱海肥蠖蝮的游泳方式以十個動作為一週期，而普通真肥蠖蝮的游泳動作則是八個動作為一週期；球蠖蝮科的蠖蝮游泳方式相似，皆以身體扭動呈半圓弧狀為主，且日本球蠖蝮及四刺球蠖蝮的游泳動作皆為五個動作為一週期。

表 6-2 五種蠼螋行爲分科列表

種類 行爲	肥蠼螋科			球蠼螋科	
	黑環真肥蠼螋	普通真肥蠼螋	濱海肥蠼螋	日本球蠼螋	四刺球蠼螋
攻擊	雌蟲較有明顯攻擊行爲	雌蟲較有明顯攻擊行爲	不攻擊	雄雌皆有明顯攻擊行爲	小型雄蟲及雌蟲皆有明顯攻擊行爲
逃亡	逃亡時以躲藏爲主	逃亡時以躲藏爲主	逃亡時以躲藏爲主	逃亡時除了逃走的方式外，還有跳躍的方式逃離	逃亡時以躲藏爲主
藏匿	無明顯挖洞行爲，以鑽進土裡爲主要躲藏方式	無明顯挖洞行爲，以鑽進土裡爲主要躲藏方式	會挖掘隧道，在掩體下時，會以泥沙覆蓋附近細縫	以前腳快速挖掘小洞穴，躲藏時將頭部或尾部或者兩者皆露出	挖掘淺坑，通常躲藏以掩體爲主
游泳	游泳以 10 個動作爲周期，身體扭曲呈完整波浪狀	游泳以 8 個動作爲周期，身體扭曲呈完整波浪狀	游泳以 10 個動作爲周期，身體扭曲呈完整波浪狀	游泳以 5 個動作爲周期，身體扭曲呈半圓弧狀	游泳以 5 個動作爲周期，身體扭曲呈半圓弧狀

研究三

(一) 採集：

我們將採集地特徵記錄如表 6-3 所示，並歸納以下採集重點。

- 1.若要採集黑環真肥蠼螋及普通真肥蠼螋，只須找到適當的棲地，翻開土表或掩體，便有可能發現。
- 2.若要採集濱海肥蠼螋，需找到特定地點的岩岸潮間帶，而非環境符合就會出現。
- 3.若要採集日本球蠼螋，只須找到適當的棲地，翻開掩體，便有可能發現。
- 4.若要採集四刺球蠼螋，需到大型溪流、河川附近，翻開岩石或掩體，才有可能發現。

表 6-3 五種蠼螋棲地特徵歸納表

種類 因素	黑環真肥蠼螋	普通真肥蠼螋	濱海肥蠼螋	日本球蠼螋	四刺球蠼螋
棲地環境	腐質物、泥土下、溫熱的餘燼下	腐質物、泥土下、溫熱的餘燼下	沙礫地形、岩石下	沙地、泥土、掩蔽物下	沙土、掩蔽物下
主要分布	各處(較廣)	各處(較廣)	海邊	各處(較廣)	溪流邊

(二)、飼養：

將成功飼養蠼螋之人工環境條件歸納如表 6-4 所示，並歸納以下飼養重點

- 1.環境：黑環真肥蠼螋與普通真肥蠼螋飼養環境以落葉等腐植質爲主，濱海肥蠼螋以潮濕沙石地形爲主，日本球蠼螋及四刺球蠼螋則以沙石或腐植物皆可活動、躲藏。
- 2.自然因素：(1)低溫適應程度，由強至弱可列爲：
濱海肥蠼螋 > 日本球蠼螋 > 四刺球蠼螋 > 黑環真肥蠼螋 > 普通真肥蠼螋
(2)濕度適應程度，由強至弱可列爲：
濱海肥蠼螋 > 普通真肥蠼螋 > 日本球蠼螋 > 四刺球蠼螋 > 黑環真肥蠼螋
- 3.酸鹼值：黑環真肥蠼螋、普通真肥蠼螋及日本球蠼螋皆生活在弱酸性的土壤中，四刺球蠼螋的生活環境爲中性，而濱海肥蠼螋的生活環境則是在中性偏鹼性的土壤中生活(如下表 6-5)。

表 6-4 五種蠖蝮的飼養環境歸納表

種類 條件	黑環真肥蠖蝮	普通真肥蠖蝮	濱海肥蠖蝮	日本球蠖蝮	四刺球蠖蝮
環境	腐植土、腐植物、泥土	腐植土、腐植物、泥土	細沙、沙礫、泥土	細沙、沙礫、泥土、腐質土	細沙、沙礫、泥土、腐質土
自然因素	a.18°C以上 b.酸鹼值 PH6~7 c.濕度約 10%~80%	a.20°C以上 b.酸鹼值 PH6~7 c.濕度約 10%~90%	a.9°C以上 b.酸鹼值 PH7 或以上 c.濕度約 20%~100%	a.12°C以上 b.酸鹼值 PH6.8~7 c.濕度約 2%~90%	a.14°C以上 b.酸鹼值 PH7 c.濕度約 2%~78%
備註	a.溫度低容易凍死，因此溫度控管極為重要 b.需要有腐食性生物在飼養箱中，否則容易因為大量黴菌造成蠖蝮死亡	a.溫度低容易凍死，因此溫度控管極為重要 b.需要有腐食性生物在飼養箱中，否則容易因為大量黴菌造成蠖蝮死亡	a.須保持飼養箱內土壤潮濕 b.須放置掩體，以利其躲藏	須將每一個體分開飼養，否則有自相殘殺的可能	須將每一個體分開飼養，否則有自相殘殺的可能

表 6-5 五種蠖蝮酸鹼性適應表

PH6(弱酸性)		PH6.9(弱酸性)		PH7(中性)	PH7.2(弱鹼性)
黑環真肥蠖蝮	普通真肥蠖蝮	日本球蠖蝮	四刺球蠖蝮	濱海肥蠖蝮	

(三)繁殖：

將成功繁殖蠖蝮之人工環境條件歸納如表 6-6 所示，並歸納以下繁殖重點

- 1.產卵環境：黑環真肥蠖蝮及普通真肥蠖蝮皆以腐植物為產卵環境；濱海肥蠖蝮以潮濕沙泥地為產卵環境，但是需要有適當掩蔽體；日本球蠖蝮及四刺球蠖蝮皆是以細沙或沙礫為產卵環境，但是需要將環境佈置成陰暗、不受光源干擾的空間。
- 2.自然因素：黑環真肥蠖蝮及普通真肥蠖蝮所需的溫濕大致相同，溫度約在 25°C 左右，濕度約在 46% 左右；日本球蠖蝮及四刺球蠖蝮所需的產卵環境相似，皆需要在無光害的小空間裡，但是日本球蠖蝮產卵所需要的溫度較四刺球蠖蝮高；濱海肥蠖蝮的適應能力較另外四種蠖蝮強，產卵環境除了掩蔽物限制外，其溫度及濕度抵抗力都較其他四種來的好。

表 6-6 五種蠖蝮產卵環境條件歸納表

種類 佈置因素	黑環真肥蠖蝮	普通真肥蠖蝮	濱海肥蠖蝮	日本球蠖蝮	四刺球蠖蝮
產卵環境	a.腐質物(落葉底下或腐質物底層)	a.腐質物(落葉底下或腐質物底層)	a.以沙泥為底 b.需要有合適的掩蔽物(如貝殼)，以供雌蟲躲在其中產卵。	a.細沙或沙礫為底 b.須在無光害的小空間裡 c.貼上膠布使其不受光源干擾	a.細沙或沙礫為底 b.須在無光害的小空間裡 c.貼上膠布使其不受光源干擾
自然因素	a.濕度約 42% b.溫度約在 25°C~32°C	a.濕度約 48% b.溫度約在 25°C~32°C	a.濕度約在 60% b.溫度約在 16°C 以上	b.濕度約在 10%~28% a.溫度約在 22°C 以上	b.濕度約在 10%~28% a.溫度約在 22°C 以上

研究四：生物防治

實驗結果發現，薊馬、飛蝨、草蟬等三種昆蟲，蠶蝮會因為飛行及獵物體型太小、爬行速度過快而無法成功捕食，而東方果實蠅的幼蟲，蠶蝮卻可輕易捕食；東方果實蠅是台灣危害水果產業的最大元凶(如圖 6-1~6-6)，而我們在一組員家附近的芭樂（番石榴）園(如圖 6-7)中有發現東方果實蠅的蹤跡，因此將其納入蠶蝮食性的測試。



查閱文獻得知，目前台灣防治東方果實蠅的方式中有下列五點

- (一)、滅雄處理技術防治法：利用含毒甲基丁香油誘殺劑誘殺雄蟲
- (二)、藥劑防治：噴灑藥劑以緊急撲殺過高之族群數量
- (三)、套袋防治法(如圖6-8)：果園於結果實可實施套袋，但為達殺蟲之防治目的，仍應配合全年實施滅雄處理防治。
- (四)、黏蠅板：先前有研究指出，以異色之有黏性的紙板可黏住果園中的某些害蟲，但是採集過程中發現，黏蠅板也有黏到蜜蜂、蝴蝶等授粉昆蟲，甚至還黏到食蚜蠅等食肉性昆蟲(如圖6-9)。
- (五)、生物防治：東方果實蠅的幼蟲及蛹的天敵在臺灣共計有：跳小蜂科、沒食子蜂科、黃金小蜂科等；生活於土中之蛹常受蟻類、蠶蝮、隱翅蟲、步行蟲等之捕食，成蟲亦受鳥類捕食，唯此類天敵在應用上尚無法利用。

由於前兩者使用之化學物質乃是環境荷爾蒙，對自然環境有害，而套袋防治又無法根絕東方果實蠅，因此採用生物防治法是對環境無害又有效的方式。實驗之後，我們比對會捕食東方果實蠅幼蟲的蠻蝮的棲地，除了日本球蠻蝮及四刺球蠻蝮的棲地本來就在果園附近的溪流邊之外，我們在果園中也採集到黑環真肥蠻蝮的幼蟲及成蟲，因此以蠻蝮做為東方果實蠅之生物防治應該是可行的。我們將結果歸納如下表 6-7 所示。

表 6-7 蠻蝮遇到東方果實蠅幼蟲之行爲歸納表

蠻蝮種類	1.黑環真肥蠻蝮 (<i>Euborellia annulipes</i>)	2.普通真肥蠻蝮 (<i>Euborellia plebeja</i>)	3.濱海肥蠻蝮 (<i>Anisolabis maritima</i>)	4.日本球蠻蝮 (<i>Labidura japonica</i>)	5.四刺球蠻蝮 (<i>Forcipula quadrispinosa</i>)
狀況					
遇到東方果實蠅之幼蟲的反應	有些個體會捕食	有些個體會捕食	逃離	強烈捕食行爲	強烈捕食行爲



圖 6-10 四刺球蠻蝮雌成蟲捕食東方果實蠅幼蟲



圖 6-11 日本球蠻蝮雌蟲捕食東方果實蠅幼蟲



圖 6-12 日本球蠻蝮雄蟲捕食東方果實蠅幼蟲



圖 6-13 日本球蠻蝮雄蟲以尾夾攻擊東方果實蠅幼蟲



6-14 日本球蠻蝮幼蟲捕食東方果實蠅幼蟲



圖 6-15 已羽化的蛹(東方果實蠅)

柒、討論

一、外觀的研究

- (一)、棲息於地表下的真肥蠖蝮屬的蠖蝮，身體光滑，胸部的翅膀退化或是完全消失，尾夾短小，也因此在此濕黏的泥土中活動較不會有阻礙。
- (二)、棲息於濱海的濱海肥蠖蝮，三對腳的跗節有大量細毛，以幫助其於光滑石面上爬動，且身體長而扁平，適合躲藏於細縫中。
- (三)、日本球蠖蝮雖有後翅，但大多數個體的後翅藏於革質的前翅下，多為於陸面快速爬行。
- (四)、四刺球蠖蝮的翅膀發達，雄蟲尾夾長而彎曲，生活於掩體較多的地方，以幫助其躲藏。
- (五)、五種蠖蝮雖有許多不同處，但外觀還是大致相同，例如：頭部皆呈五角形、皆有一對黑色的複眼、皆為前口式咀嚼式口器、皆具鉗狀尾夾、其步足前端為跗節及鉤爪而不是墊附等；這些特徵便可初步分辨昆蟲是否為此五種蠖蝮。

二、生活習性的研究

- (一)、五種蠖蝮的捕食行為以母蟲最為明顯，公蟲幾乎只吃死亡的昆蟲，而日本球蠖蝮及四刺球蠖蝮小型的公蟲也有顯著的捕食行為。
- (二)、蠖蝮移動的動作跟許多昆蟲一樣，是以右前腳、左中腳、右後腳及左前腳、右中腳、左後腳交叉動作；一般行走時，蠖蝮腹部第四到第六節會在地面上拖行，有時則舉起尾夾成 C 字形。
逃跑的方式大部分以直接逃跑或躲藏於掩蔽物下為主，但是球蠖蝮有時會在原地靜止不動，以手接觸牠時，以彈跳的方式逃開。
- (三)、普通真肥蠖蝮及黑環真肥蠖蝮幾乎沒有明顯的挖洞行為，牠們主要是以鑽進土裡為主要躲藏方式；濱海肥蠖蝮會以嘴部將泥巴咬成小泥球，舖於掩蔽物的細縫處；有時也會以嘴鑽挖隧道；日本球蠖蝮的挖洞是以前腳將土快速撥於身後，做出一小洞穴或許多相連的通道，不過通常會露出頭或尾或兩者皆露出。四刺球蠖蝮的挖洞行為較不明顯，通常只挖一淺坑將中胸以上埋入淺坑中，在野外則大多以躲藏在掩體下為主要躲藏方式。
- (四)、觀察蠖蝮之游泳行為時發現，同種蠖蝮無論個體或公母，其游泳方式只有些微的差異，而同科的三種肥蠖蝮，兩種球蠖蝮游泳方式雖有些微的變化，但是也沒有太大的差異；肥蠖蝮游泳時，身體擺動呈完整波浪形，而以六足於身體兩側滑動；球蠖蝮游泳時，身體擺動呈半波浪形，六足於身體兩側滑動。
- (五)、五種蠖蝮之母蟲皆有明顯之攻擊行為，可能是因為母蟲需要補充足夠養分以提供卵充足的養分發育。

三、採集、飼養、觀察的研究

- (一)、黑環真肥蠖蝮及普通真肥蠖蝮的採集只需注意生活周遭有無適合其生存之環境，飼養時須注意，環境中需要有以腐質物為食的生物幫助其環境中的物質分解，若欲使其產卵，需要注意環境的溫度。

- (二)、濱海肥蠖蝮的採集須注意其地理環境之影響，須到特定地點做採集，若欲其產卵須先讓環境的水份減少，並有適當掩體；我們並未觀察到濱海肥蠖蝮的交配行爲，但是卻有產卵及育幼的行爲，可能是因爲其通常於夜間活動時交配或已於野外交配過，因此雌蟲不與雄蟲交配
- (三)、日本球蠖蝮採集需注意其生活環境及地理環境，飼養時爲避免其自相殘殺，應將個體分開飼養。
- (四)、四刺球蠖蝮採集需注意其生活環境及地理環境，飼養時爲避免其自相殘殺，應將個體分開飼養；若育繁殖，須注意環境的明暗。
- (五)、五種蠖蝮的生活環境從弱酸(PH6)至中性，至弱鹼(PH7.2)，因而可能可做爲環境酸鹼值的簡易測定指標。

四、生物防治

- (一)、在芭樂園的堆肥中，發現東方果實蠅的蛹及已經羽化的殼，因爲東方果實蠅的終齡幼蟲會跳躍至土中化蛹，我們可以利用這點使在地面上爬行的蠖蝮成爲其最大天敵。
- (二)、在果園中也採集到黑環真肥蠖蝮的幼蟲及成蟲，實驗結果發現，僅有些個體會捕食果實蠅幼蟲，並非有極強烈捕食行爲。
- (三)、日本球蠖蝮及四刺球蠖蝮對果實蠅幼蟲卻有強烈捕食行爲，我們比對蠖蝮的棲地，發現日本球蠖蝮的棲地與芭樂園的環境較爲相近，利用此點若能於果園中適當野放，使其成爲果園中出現的物種，對果園東方果實蠅的生物防治應有相當的幫助。
- (四)、由於研究時間的關係，我們所調查的果園數量及面積皆不多，因此不能確定其他果園裡蠖蝮的種類及其生態狀況，應先調查果園生存蠖蝮之種類，再依調查結果分析，謹慎適當繁殖蠖蝮，才不會造成蠖蝮之間的競爭，影響自然生態的平衡關係。

捌、結論

蠖蝮在自然界分佈非常廣，種類眾多，其生命週期繁延複雜，在自然界所扮演的角色為消費者與分解者。本研究從採集、分類比對、觀察型態、分析整理，進而佈置生長環境，控制環境變數，促其繁殖產卵，培育成長達數月以上。綜觀本研究之主要內容及研究成果，整理如下：

1. 根據昆蟲圖鑑判別五種蠖蝮的科目屬性。
2. 完成五種蠖蝮的棲地分佈及棲地環境特性分類。
3. 利用昆蟲觀察模式，針對五種蠖蝮的外觀體態，頭部、胸部、腹部、步足及尾夾作一分析，並詳述其特徵及差異性。
4. 利用相關儀器檢測出生長環境的 PH 值，溫、溼度比例，完成五種蠖蝮的相關數據表。
5. 觀察五種蠖蝮生活行爲中，捕食、行動與自我防衛、藏匿及游泳的行爲分析。
6. 由採集地特性，佈置人工飼育環境，並經慢慢調整環境變數的成長，飼育及繁殖產卵。
7. 除了濱海肥蠖蝮不會對東方果實蠅有捕食行爲外，其餘四種蠖蝮對東方果實蠅之幼蟲皆有明顯的捕食行爲，其中日本球蠖蝮及四刺球蠖蝮有極強烈的捕食行爲。
8. 我們比對蠖蝮的棲地，發現日本球蠖蝮的棲地與芭樂園生存的黑環真肥蠖蝮的較為相近，利用此點若能於果園中適量野放，對果園東方果實蠅的生物防治應有相當的幫助。
9. 因為蠖蝮有明顯捕食行爲，因此利用蠖蝮做為生物防治時，應先了解當地的生態狀況，避免過份影響當地之自然生態。





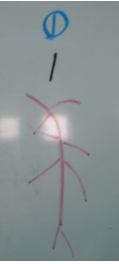
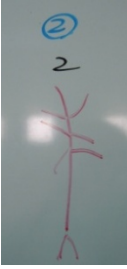






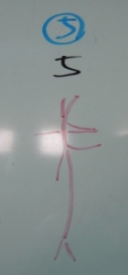

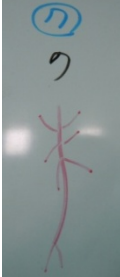





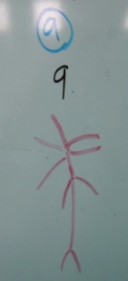
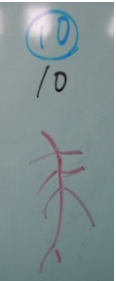
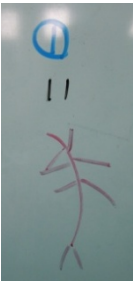
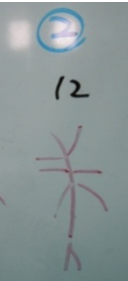
本研究已經完成五種蠖蝮的局部環境分佈、形態特徵的差異分析、飼育環境的相關數據、行爲分析、產卵及繁殖，並於一果園作了初步的生物防治觀察與實驗，可提供相關學者參考，未來應進一步作較大範圍的相關研究。

玖、參考資料及其他






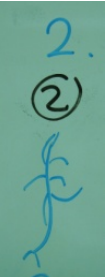






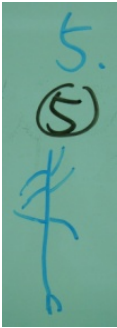
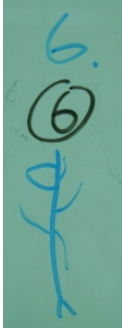

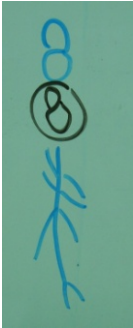








- 一、周樑鎰，台灣革翅目名錄，台灣農業研究(1998)第47捲第二期。
- 二、台灣革翅目之拾遺(1) 四刺球蠖蝮，曾義雄，法比恩哈斯，台灣昆蟲 第二十四卷第三期，P221-227，2004。
- 三、Biology and intrinsic growth rate of earwig,(Nurnina Nonci) Indonesian Jorunal of Agricultural science 6(2), 2005
- 四、昆虫の母性行動を利用した有害菌特異的抗菌物質の探索，上村 佳孝，北海道大学大学院農学研究院。
- 五、台灣生態多樣性資訊入口網站 <http://taibif.org.tw/xoops2/modules/tinyd2/index.php?id=3>
- 六、昆蟲圖鑑，張永仁(民87)，台北，遠流。
- 七、北弗吉尼亞州的生態學研究網 <http://www.fcps.edu/islandcreekes/ecology.htm>
- 八、昆蟲者愛好論壇 <http://www.insect-fans.com/bbs/viewthread.php?tid=19506>
- 九、全球生物攝影網<http://bugguide.net/node/view/142736/bgimage>
- 十、<http://cse.naro.affrc.go.jp/kohno/earwig/E.plebeja-e.html>
- 十一、植物保護圖鑑系列。

附錄




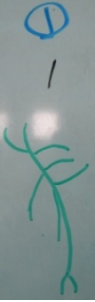


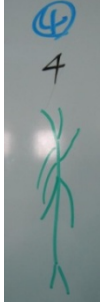




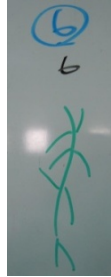

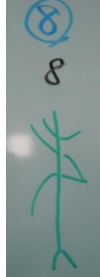




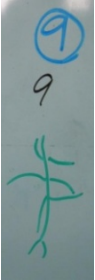
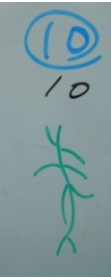
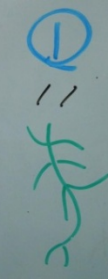
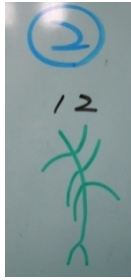
附錄 1 黑環真肥蠅虻之游泳動作與線條對照表

			
① 1 	② 2 	③ 3 	④ 4 
			
⑤ 5 	⑥ 6 	⑦ 7 	⑧ 8 
			
⑨ 9 	⑩ 10 	⑪ 11 	⑫ 12 







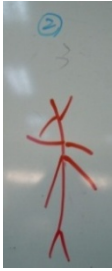




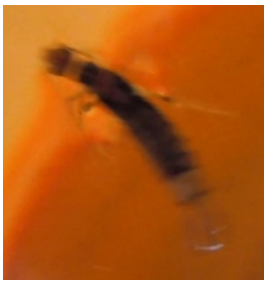









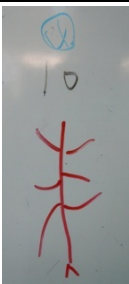

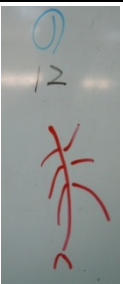
附錄 2 普通真肥蠅蚋之游泳動作與線條對照表

			
1. ① 	2. ② 	3. ③ 	4. ④ 
			
5. ⑤ 	6. ⑥ 	7. ⑦ 	8. ⑧ 
			
9. ⑨ 	10. ⑩ 	11. ⑪ 	12. ⑫ 


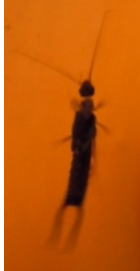

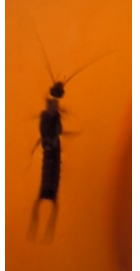
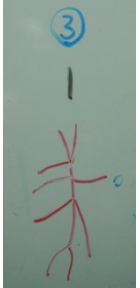
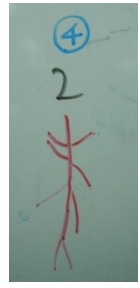
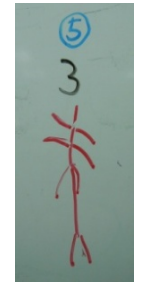
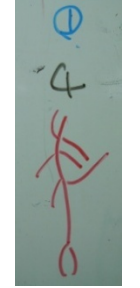

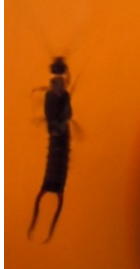


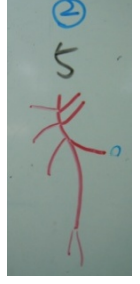


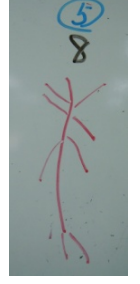
附錄 3 濱海肥蠅螿之游泳動作與線條對照表

			
① 1 	② 2 	③ 3 	④ 4 
			
⑤ 5 	⑥ 6 	⑦ 7 	⑧ 8 
			
⑨ 9 	⑩ 10 	⑪ 11 	⑫ 12 

附錄 4 日本球蠅螿之游泳動作與線條對照表

附錄 5 四刺球蠅蝮之游泳動作與線條對照表

【評語】 040701

了解五種蠖蝮的形態特徵並比較對棲地對其外部型態的影響，並探討生活行為之差異性。

1. 如果能夠由這些特性之不同來探討甲蟲之間生存競爭之優劣影響，更具競爭性。
2. 未能真正探討果園中病蟲害的的生物防治關係。