

中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生物科

佳作

最佳(鄉土)教材獎

030317

百年謎蝸

—員林盾蝸牛 *Aegista inrinensis* 發現誌

學校名稱：彰化縣立大同國民中學

作者： 國二 李佳薰 國二 黃炳瑞 國二 張鈞宏	指導老師： 吳佳倩
---	------------------

關鍵詞：員林盾蝸牛、生物命名法則、盾蝸牛檢索表

百年謎蝸

員林盾蝸牛 *Aegista inrinensis* 發現誌

摘要

直至今日，員林盾蝸牛 *Aegista inrinensis* 是全世界唯一以我們家鄉「員林」命名的生物。但自 1906 年研究者於員林鎮發現並確立其模式標本後，員林鎮至今再無任何採集紀錄。可能因為研究者少、採集地未涵蓋員林地區以及相似種間的鑑定不夠明確而導致誤判。本組由文獻、採集記錄中得知近百年來員林盾蝸牛的採集地點多集中於桃竹苗地區，且研究者極少，合理懷疑員林鎮仍存有員林盾蝸牛。依照環境及人為干擾程度在員林鎮設立九個樣區，進行調查後，在森林棲地中發現二十隻員林盾蝸牛，顯示員林尚有員林盾蝸牛。此外，本組以自創 X 光透視圖做為分類依據，將員林盾蝸牛與其相似種做形態上的詳細比較，進而建立盾蝸牛屬之蝸牛的檢索表。

壹、研究動機

在上生物課時，老師教到生物的命名法則，即發現者有權利為此生物命名。而發現者常以生物的特徵或是發現地之地名等來命名，其中以地名命名的生物如：亞洲褐天牛 *Allotraeus asiaticus*、臺灣螺線微山蝸 *Cyathopoma taiwanicum*、台北赤蛙 *Rana taipehensis* 等等(朱，2008)。這引起了我們的興趣：根據此法則，是否有以我們的家鄉命名的生物呢？

經過文獻探討，確實有以員林鎮命名的生物：「員林盾蝸牛」*Aegista inrinensis*。員林盾蝸牛的學名中，種名為 *inrinensis*，意即以員林地名為此生物命名，但是根據文獻採集紀錄，自 1906 年在員林鎮採集命名後，員林鎮再也沒有任何一筆採集紀錄。那麼，員林盾蝸牛是否憑空「消失」了呢？

貳、研究目的

- 一、利用文獻探討員林盾蝸牛消失的原由
- 二、調查員林地區之蝸牛相
- 三、員林鎮蝸牛之形態比較
- 四、員林盾蝸牛與其相似種的鑑定與檢索

參、研究器材與材料

- 一、材料：飼養箱、箱網、紅蘿蔔、小黃瓜、大黃瓜、地瓜、水苔、員林盾蝸牛、鼈甲蝸牛、栗蝸牛、台灣山蝸牛、扁蝸牛、球蝸牛、非洲大蝸牛、小老子盾蝸牛
- 二、器材：鑷子、複式顯微鏡、解剖顯微鏡、放大鏡、解剖針、紙巾、保鮮膜、游標尺

肆、研究過程

一、文獻探討

蝸牛的活動時間受季節與全日變化影響，具有「季節性活動」與「全日活動」二種週期。溫帶及亞熱帶等四季分明的地區多集中在春、夏季活動，乾溼季明顯的則多於溼季活動。全日活動分為出現期、活動期與休棲期，這三個時期的時間長短主要受氣候、光線與食物等環境因子影響。

蝸牛選擇棲地的條件包括物理及生物因素。物理因素如環境內微棲地的溫度與濕度，對蝸牛水分的保持、卵的孵化及幼體的存活也有一定程度的影響，故蝸牛多選擇溫暖潮溼的地區生長。而生物因素則如棲地內所能提供食物資源的含量、形態與分佈。此外，不同季節亦會影響蝸牛出現的頻度。

當環境變得太乾、太冷或不適合活動時，蝸牛會進行休眠行為。部分蝸牛沒有口蓋，牠們會分泌黏液將殼黏在物體上避免體液蒸散。若休眠時間延長，蝸牛會用黏液形成的薄膜封住殼口，渡過休眠期。

員林盾蝸牛分布於台灣中部，棲於森林或草叢中下層，常出沒於葉背、樹枝間、土壤中及岩石上。殼右旋，呈低圓錐形且質薄，殼表淡褐色無光澤，具淺色紋理。殼高約 5mm，寬約 8 至 8.9mm，螺層數約 5 至 5.5 層，體螺層周緣呈角狀，具龍骨突，但不顯著。殼口寬約 3.8 至 4mm，斜向，殼唇緣薄，成蝸殼唇底部外翻，幼蝸則無。殼臍開孔狹窄，寬度小於殼寬的五分之一，部分為外翻的殼唇所遮掩。

雖市面上所得之圖鑑，對員林盾蝸牛多有描述，但實際查閱相關之採集紀錄、文獻共 18 筆(見表 4-1、4-2)，本組發現自 1905 年模式標本於員林鎮採集紀錄後，至今 2010 年員林鎮不再有任何一筆採集紀錄，意即現今員林盾蝸牛的形態描述所根據之活體，皆不是在員林鎮採集所得。

表 4-1 歷年來有記載員林盾蝸牛之相關文獻

年份	刊物名	標題名	出版者	作者
1941	—	A Catalogue of Molluscan Shells from Taiwan (Formosa), with Description of new Species	台北帝國大學理農學部 紀要	Tokubei Kuroda
1984	貝類學報	台灣貝類中文名稱訂名	中華民國貝類學會	貝類訂名組
1984	貝友	台灣產陸棲貝類目錄	中華民國貝類學會	張寬敏
2003	—	自然觀察圖鑑 3 蝸牛	親親文化事業有限公司	李彥錚、陳文德
2007	貝類學報	北大武山陸貝目錄	中華民國貝類學會	張寬敏、多田昭、黃重期、李彥錚

表 4-2 歷年來員林盾蝸牛之採集記錄

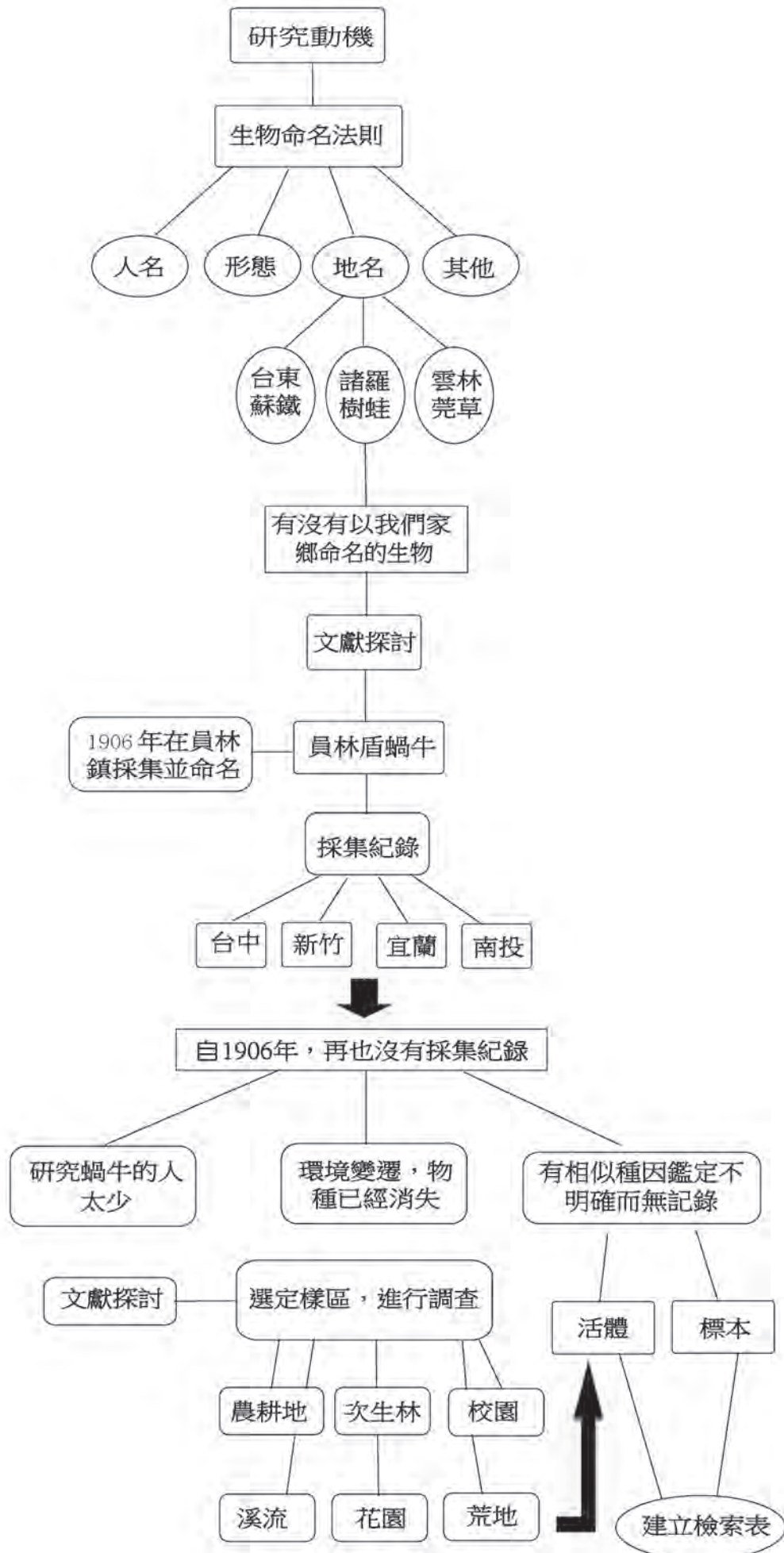
年份/日期	採集者	採集地點	經緯度	海拔
2008/4/18	簡士傑	苗栗縣三灣鄉，(大河村錫隘橋)	120.95133E,24.62094N	110m
2008/4/23	簡士傑	桃園縣復興鄉，(斷匯)	121.36218E,24.78395N	395m
2008/4/30	簡士傑	新竹縣寶山鄉，(山湖里伯公崎)	121.04504E,24.75222N	173m
2008/4/25	簡士傑	新竹縣竹東鎮，(五豐里紅崩岡)	121.07394E,24.73146N	249m
2008/4/28	簡士傑	台北縣三峽湊合橋	121.37966E,24.88177N	92m
2008/5/21	簡士傑	桃園縣大溪鎮，(石門水庫)	121.24725E,24.81398N	164m
2008/7/07	簡士傑	苗栗縣獅潭鄉，(白沙崑)	120.92816E,24.5383N	269m
2008/7/08	簡士傑	桃園縣大溪鎮，(後慈湖)	121.30456E,24.8464N	304m
2008/7/12	簡士傑	苗栗縣獅潭鄉，(上八卦力站)	120.95343E,24.52819N	740m
2008/7/24	簡士傑	苗栗縣銅鑼鄉，(天花湖)	120.83492E,24.44109N	513m
2007/7/29	簡士傑	苗栗縣銅鑼鄉，(柑仔樹下)	120.84403E,24.43495N	614m
2008/7/30	簡士傑	新竹縣尖石鄉，(尖石)	121.19146E,24.69858N	280m
—	—	新竹縣尖石鄉，(泰崗)	—	1044m
2007~2008	黃重期	台中縣惠蓀林場	120.59~121.59E,24.2~24.6N	450m~ 2400m

根據所得之文獻進行整理，我們確定員林鎮自 1906 年後無員林盾蝸牛之採集記錄。但根據行政院林務局發行之台灣蝸牛圖鑑描述：員林盾蝸牛分布於台灣中部之森林及草叢中下層。而且員林盾蝸牛採集紀錄多集中於桃竹苗等地區，據此，我們推測員林鎮沒有員林盾蝸牛(*A. inrinensis*)採集紀錄可能原因有：

- (一)、中部地區之員林盾蝸牛數量原本很多，後來因生活環境遭到人為破壞，導致數量銳減。
- (二)、中部地區之員林盾蝸牛數量其實很多，但因採集者較少於中部地區採集，因此採集紀錄較為不足。
- (三)、桃竹苗地區之員林盾蝸牛數量本較中部地區豐富，因發現者先於員林地區進行採集，撰寫文獻時僅有員林地區模式標本等資料，並無全台採集的紀錄。
- (四)、相似種間並無明顯可區別之特徵，因而誤判為他種

根據表 4-1 及表 4-2，歷年來採集員林盾蝸牛的研究者極少，採集地點也多集中於桃竹苗等地，不在員林。另外我們查詢《2008 台灣物種多樣性物種名錄 2—動物界 B》，發現台灣歷年來研究蝸牛者僅有張寬敏等十餘人，因此我們合理相信員林應尚存有員林盾蝸牛，只是乏人研究，致使員林鎮百年來無任何採集記錄。

二、研究架構



三、研究方法

既然員林鎮沒有採集記錄的可能原因是研究人員太少，或採集地未涵蓋員林鎮，那麼員林鎮可能尚存有員林盾蝸牛，本組欲找出員林盾蝸牛，並加以研究員林盾蝸牛的生態，重現百年風華，據此設計研究方法：

(一)樣區的選定：

市售圖鑑中所提及的員林盾蝸牛棲息環境與生態描述，所根據之活體根據文獻紀錄，皆非員林鎮所採集所得(表 4-1、4-2)，因此找尋員林盾蝸牛樣區的選定，將員林鎮的棲地類型依環境的普及性及代表性(自然因素)與人為干擾程度(人為因素)分類，對員林鎮所有蝸牛可能出沒的地區做普查：

依棲地的人為干擾程度可將棲地分為三大類型：

1. 輕度人為干擾：森林棲地(1)、森林棲地(2)、溪流棲地
2. 中度人為干擾：荒地棲地(1)、荒地棲地(2)
3. 重度人為干擾：校園棲地(1)、校園棲地(2)、農耕棲地、花園棲地

選定樣區如下(圖 4-1)：

- (1) 荒地棲地 1—道路旁，地上有落葉堆積，有枯草、垃圾(圖 4-2)
- (2) 荒地棲地 2—住家旁，草皮，雜草叢，有小水溝(圖 4-3)
- (3) 森林棲地 1—竹林(圖 4-4)
- (4) 森林棲地 2—次生林(圖 4-5)
- (5) 溪流棲地—水溝，小水流，大花咸豐草(圖 4-6)
- (6) 花園棲地—金桔，磁磚地(圖 4-7)
- (7) 校園棲地 1—水泥地，馬力筋(圖 4-8)
- (8) 校園棲地 2—扁柏園，人工棲地
- (9) 農耕棲地—菜園，絲瓜、波菜、秋葵(圖 4-9)

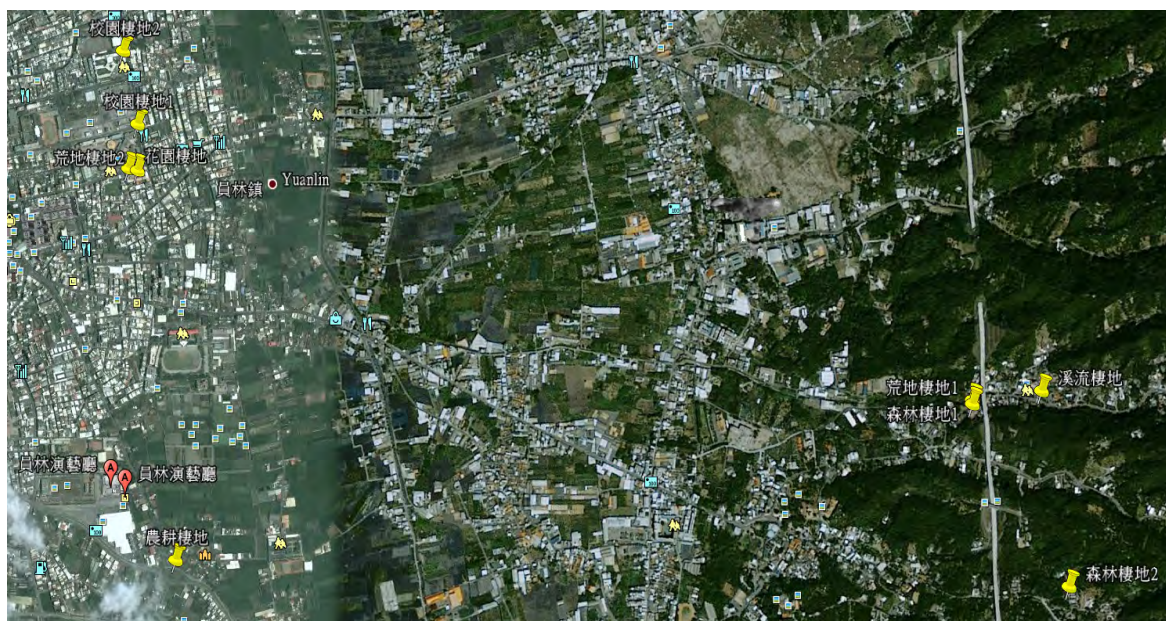


圖 4-1 選定調查樣區在員林地區的分布狀況(photo by Google Earth®)



圖 4-2 荒地棲地 1



圖 4-3 荒地棲地 2



圖 4-4 森林棲地 1



圖 4-5 森林棲地 2



圖 4-6 溪流棲地



圖 4-7 花園棲地



圖 4-8 校園棲地 1



圖 4-9 農耕棲地

(二)擬定採集方式：

1. 本組曾考慮過要設陷阱採集蝸牛，但與專家討論後，得知蝸牛無特定的食性及覓食行為，因此我們改以目視採集 (圖 4-10)，除採集活體外，並調查落葉層或土壤空殼(圖 4-14、4-15)。
2. 根據文獻，蝸牛日周期出現高峰為清晨與夜晚，且在溫暖潮濕的環境，蝸牛活動力較強，因此選擇夏日雨後清晨與夜晚至九個樣區採集。
3. 將採集到的蝸牛對照圖鑑進行分類並記錄後(圖 4-11、4-112)，分別置於飼養箱中(圖 4-13)，無法鑑定者則另外飼養，有待商請專家協助鑑定。



圖 4-10、樣區的目視採集



圖 4-11、採集蝸牛的分類



圖 4-12、採集蝸牛的鑑定與記錄



圖 4-13、蝸牛的飼養



圖 4-14、清洗落葉層中蝸牛殼



圖 4-15、分類並保存

(三)形態鑑定：

1. 本組用以下列十種外部特徵來描述我們在各棲地採集到的蝸牛，並做為分類鑑定的依據(圖 4-16)：
 - (1)殼高：殼頂到底唇的距離
 - (2)殼徑：周緣到外唇的距離
 - (3)殼紋：殼上的紋路
 - (4)臍孔(臍孔比)：殼徑與臍孔長的比例
 - (5)龍骨突：周緣的突起
 - (6)肩部：兩螺層間較平坦的部分
 - (7)殼頂：螺塔的最高點
 - (8)殼底：螺塔的最低點
 - (9)體層：殼底至第一條縫合線的距離
 - (10)塔高：第一條縫合線至殼頂的距離
2. 與專家聯繫，利用解剖顯微鏡及實體標本進行更精確的分類。

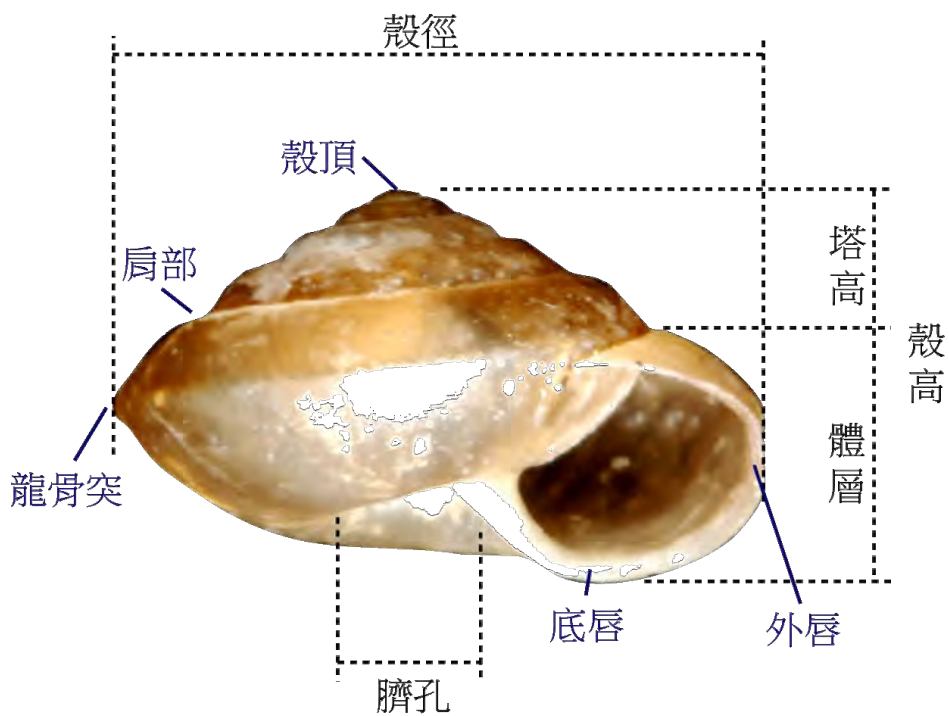


圖 4-16、員林盾蝸牛空殼各部位名稱

(四)、蝸牛 X 光透視圖形態鑑定：

本組發現文獻中蝸牛分類的依據，多著重於外觀的描述，如殼徑、臍孔與殼徑比、塔高、體形等等，但由於蝸牛圓錐體的外殼不利於測量殼徑等數值，因此部分研究者將蝸牛殼切開，觀察蝸牛殼內部構造，但此種方法極易造成其毀損，由其當蝸牛標本數量少時，這種方法便不適用。因此本組突發奇想，商借牙醫診所拍攝牙齒的醫療用 X 光儀器，用來拍攝盾蝸牛屬空殼的 X 光片，藉由平面透視對殼形做形態觀察。將蝸牛殼拍攝成 X 光片，既可保留蝸牛殼的完整，又可輕易觀察其內部之空間分布，不僅方便，也增加鑑定的準確度。

如圖 4-17 平面透視圖中，本組將可做為鑑定依據的各部位定義如下：

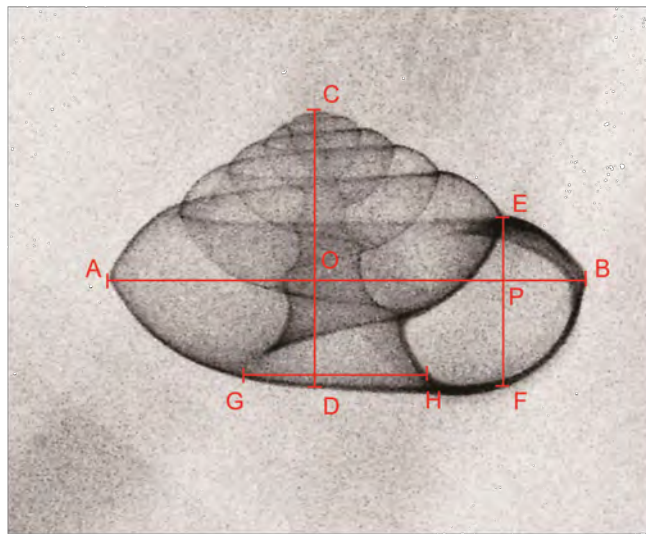


圖 4-17、員林盾蝸牛空殼 X 光透視圖(經反相處理色彩)

\overline{AB} ：殼徑

\overline{CD} ：透視殼高，垂直於 \overline{AB} ，自殼頂至透視圖底部之距離

\overline{EF} ：殼口高

\overline{GH} ：臍孔徑

\overline{CO} ：螺塔上層高(以 \overline{AB} 為準)

\overline{OD} ：螺塔下層高(以 \overline{AB} 為準)

\overline{EP} ：殼口上層高(以 \overline{AB} 為準)

\overline{PF} ：殼口下層高(以 \overline{AB} 為準)

(五)、檢索表的建立：

根據本組在各樣區所採集所得之活體與土壤落葉層中的空殼，依據前述形態特徵加以描述，並根據圖鑑將所得蝸牛鑑定分類到「科」，其中扁蝸牛科中的盾蝸牛屬中含有本組想找尋的員林盾蝸牛(*A. inrinensis*)；本屬蝸牛需再進一步分類，並據此建立蝸牛的檢索表。

盾蝸牛屬的細部鑑定所需蝸牛殼體，部分向圖鑑作者所屬標本館借用，並藉助該實驗室解剖顯微鏡，作細部特徵觀察；除外部形態觀察，本組以自創 X 光片透視圖法進行分析，找出能區別員林盾蝸牛與其相似種的特徵，據此建立本屬蝸牛之檢索表。

伍、研究結果

一、員林地區之蝸牛相

(一)、蝸牛的鑑定：

為了鑑定我們所抓到的是否為員林盾蝸牛，根據本組調查員林鎮九處樣區所得蝸牛活體(圖 5-1~圖 5-7)，經對照文獻及圖鑑，初步鑑定共有 5 科 7 屬(表 5-1)，其中自森林棲地所得蝸牛經初步鑑定為盾蝸牛屬的蝸牛，是否為員林消失百年的員林盾蝸牛(*A. inrinensis*)？對照圖鑑後，我們發現採集所得的盾蝸牛屬 25 隻成蝸中，與圖鑑員林盾蝸牛(*A. inrinensis*)描述相當的有 20 隻，經聯繫圖鑑作者黃教授鑑定，證實為員林盾蝸牛(*A. inrinensis*)，另外 5 隻為其相似種：小老子盾蝸牛(*Aegista lautsi micra*)，此一結果顯示，員林鎮事實上仍有員林盾蝸牛。



圖 5-1、台灣山蝸牛 *Cyclotus taivanus*



圖 5-2、扁蝸牛 *Bradybaena similaris*



圖 5-3、球蝸牛 *Acusta tourannensis*



圖 5-4 栗蝸牛 *Coniglobus nux*



圖 5-5 鼈甲蝸牛(?)

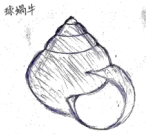

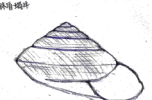
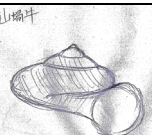





圖 5-6 員林盾蝸牛 *Aegista inrinensis*



圖 5-7 小老子盾蝸牛 *Aegista lautsi micra*

表 5-1 調查員林鎮蝸牛形態之比較：

種	殼徑／殼高(mm)	臍孔比	殼形	補述
球蝸牛	19.34(N=5) 17.52(N=5)	1/7(N=5)		殼為形，殼皮呈淺黃色至黃褐色。殼面上佈滿細緻的螺旋紋，以及間隔非常大姊不規則的成長脈，殼口邊緣不外翻，唇軸反捲，遮蓋大部分臍孔，臍孔小。
扁蝸牛	15.00(N=11) 10.67(N=11)	1/6(N=11)		殼低扁，殼色淡黃，殼體呈半透明，通常無斑紋。各螺層略凸圓，殼口唇緣呈白色，成蝸殼唇外翻，臍孔小且深，部分為唇軸遮蓋。
員林盾蝸牛	8.12(N=4) 5.07(N=4)	1/5(N=4)		螺塔輪廓略膨脹，唇軸下緣也較不成角狀，臍孔較小，約略小於殼徑的 1/5。
台灣山蝸牛	14.35(N=4) 9.03(N=4)	1/3(N=4)		外殼黃褐色，有紅褐色閃電紋。殼面附有黃褐色殼皮。螺塔低平，臍孔寬大可透視殼頂。殼面光滑，有雙重唇，白色，外翻，內側有蜜黃色角質蓋。
栗蝸牛	23.88(N=6) 17.16(N=6)	1/6(N=6)		呈圓錐狀，各螺層微凸，整體而言殼色呈黃褐色至紅褐色。體層周圍有細褐色帶，殼口唇緣呈淺褐色至紫褐色，臍孔小且深，被唇軸遮蔽約 1/2，臍孔周緣呈紫褐色。
鼈甲蝸牛	16.14(N=7) 9.60(N=7)	1/20(N=7)		螺塔低平，殼為半透明，黃褐色，殼薄，臍孔小。
小老子盾蝸牛	9.80(N=4) 5.70(N=4)	1/5(N=4)		殼形稍高，臍孔周圍圓滑，殼底較膨脹，具龍骨突。

註：N 為樣本數

(二)、員林鎮蝸牛相

調查所得各屬蝸牛活體，出現在各樣區的頻度(表 5-2)，以鼈甲蝸牛、非洲大蝸牛居冠，分布區域涵蓋各種干擾頻度樣區，而此兩種蝸牛正是台灣外來優勢種蝸牛；其次為扁蝸牛屬蝸牛，該種蝸牛出現棲地也包含各種干擾頻度，但同為重度干擾的樣區如農耕地及花園棲地卻沒有發現；盾蝸牛屬及山蝸牛屬蝸牛僅在森林樣區發現。

根據各棲地蝸牛的豐度而言，人為干擾頻度低的森林棲地，其蝸牛豐富度較高，相反的人為干擾度高的豐度較低；森林棲地(2)為次生林，屬於輕度人為干擾，豐度比重度人為干擾的花園棲地大，森林棲地(1)雖然人為干擾度低，但因為此棲地的優勢植物刺竹，林相單純，此棲地蝸牛豐度低；從各種蝸牛出現的棲地可發現，盾蝸牛、球蝸牛、山蝸牛和栗蝸牛只出現在輕度人為干擾的區域，扁蝸牛、非洲大蝸牛和鼈甲蝸牛則廣泛的分布各棲地，出現頻度較高。

綜合以上結果，員林鎮不但仍有員林盾蝸牛，且數量以本組目視採集所得 20 隻，對該樣區而言不算少，但員林盾蝸牛僅在人為干擾較輕微的森林樣區發現，顯示該種蝸牛對環境的選擇較高。

表 5-2 員林地區各種棲地的蝸牛採集鑑定紀錄(活體)

地點	科(屬)							豐度
	扁蝸牛科		南亞蝸牛科	非洲大蝸牛科	山蝸牛科	鼈甲蝸牛科		
	扁蝸牛屬	球蝸牛屬	盾蝸牛屬	栗蝸牛屬	非洲大蝸牛屬	山蝸牛屬	鼈甲蝸牛屬	
森林棲地(1)	—	—	—	4	—	—	—	1
森林棲地(2)	>10	2	25	>10	>10	1	>10	7
荒地棲地(1)	3	3	—	1	>10	—	>10	5
荒地棲地(2)	>10	—	—	—	—	—	>10	2
校園棲地(1)	>10	—	—	—	>10	—	>10	3
校園棲地(2)	>10	—	—	—	>10	—	>10	3
溪流棲地	7	1	—	>10	>10	—	—	4
農耕棲地	—	—	—	—	>10	—	—	1
花園棲地	—	—	—	—	>10	—	>10	2
頻度	5	3	1	3	6	1	6	

註：表格中的數據代表棲地中的成蝸量

表 5-3、員林地區各棲地空殼採集記錄

地點	扁蝸牛	球蝸牛	盾蝸牛	栗蝸牛	非洲大蝸牛	山蝸牛	鼈甲蝸牛	錐蝸牛	煙管蝸牛
森林棲地(1)	—	—	—	○	—	—	—	—	—
森林棲地(2)	○	○	○	○	○	○	○	○	○
荒地棲地(1)	○	○	—	○	○	—	○	○	○
荒地棲地(2)	○	—	—	—	—	—	○	○	—
校園棲地(1)	○	—	—	—	○	—	○	○	—
校園棲地(2)	○	—	—	—	○	—	○	○	—
溪流棲地	○	○	—	○	○	○	—	○	○
農耕棲地	—	—	—	—	○	—	—	—	—
花園棲地	—	—	—	—	○	—	○	—	—

附註：○ 代表有此種蝸牛之空殼，— 代表無此種蝸牛之空殼

表 5-4、員林地區各棲地蝸牛豐度比較

棲地	森林 1	森林 2	荒地 1	荒地 2	校園 1	校園 2	溪流	農耕	花園
豐度	1	9	7	3	2	3	7	1	2

表 5-5、員林地區各棲地所採集到之蝸牛頻度比較

屬	扁蝸牛	球蝸牛	盾蝸牛	栗蝸牛	非洲大蝸牛	山蝸牛	鼈甲蝸牛	錐蝸牛	煙管蝸牛
頻度	6	3	1	4	7	2	6	6	3

受限於目視採集可能遺漏，或是環境變遷導致活體不存在，除了蝸牛活體之外，應加入分析落葉層所得之蝸牛空殼，因落葉層中蝸牛空殼理論上反應出該區曾出現過此種蝸牛(表 5-3)，重新檢視各種棲區蝸牛的頻度與豐度，結果顯示溪流樣區中蝸牛的豐度增加許多(表 5-4)。而就各種蝸牛出現頻度而言，非洲大蝸牛、扁蝸牛、鼈甲蝸牛與錐蝸牛廣泛分布於各棲地，盾蝸牛、山蝸牛、球蝸牛、栗蝸牛與煙管蝸牛則多出現在輕度或中度人為干擾度的區域，可知人為干擾程度會影響蝸牛出現的頻度(表 5-5)。

根據調查結果，員林鎮仍有不少員林盾蝸牛，將此一結果對照前述四個推測，可知造成員林鎮百年來無員林盾蝸牛調查記錄的主因有兩個：

- (1) 研究者並無在員林進行採集
- (2) 因員林盾蝸牛與相似種間缺乏明確的分類依據，導致研究者將其誤判為相似種

二、盾蝸牛屬蝸牛形態鑑定：

若是研究者未到員林進行調查，當然不會有採集記錄，但是根據本組調查結果，員林鎮上仍然有許多員林盾蝸牛，分布於八卦台地的次生林中，是否研究者有到員林調查，但卻將員林盾蝸牛認成其他相似種？因此，本組除自行採集所得盾蝸牛屬蝸牛外，向圖鑑作者所屬標本館借得盾蝸牛屬的殼體標本，以解剖顯微鏡，作細部特徵觀察與測量；並以本組以自創 X 光片透視圖法進行分析(圖 5-8~圖 5-15)，根據透視圖中各部位測量所得數據比值，與外部形態特徵，建立盾蝸牛屬蝸牛鑑定依據(表 5-6)。

表 5-6、盾蝸牛屬特徵比較表

	外部特徵				X 光片觀察特徵				
	螺層	殼毛	殼徑(mm)	殼高(mm)	$\frac{\overline{AB}}{\overline{CD}}$	$\frac{\overline{CO}}{\overline{OD}}$	$\frac{\overline{AB}}{\overline{GH}}$	$\frac{\overline{EP}}{\overline{PF}}$	$\frac{\overline{CD}}{\overline{GH}}$
低腰盾蝸牛	6	—	12.5-12.7	7.9	2.63	0.59	2.46	0.40	0.94
高腰盾蝸牛	6	—	11	9	1.44	2.43	2.54	0.95	1.76
薄鱗盾蝸牛	6	—	26.7	10	2.33	1.11	2.11	0.68	0.90
員林盾蝸牛	6	—	8-8.9	5	1.75	1.62	2.90	0.65	1.66
小老子盾蝸牛	6	—	9.8	5.7	2.21	2.12	3.34	0.88	1.51
老子盾蝸牛	6	—	16.3	8	2.17	1.50	2.34	0.68	1.08
台灣盾蝸牛	7	O	40	12-19.5	2.44	0.59	2.06	0.28	0.84
台灣大臍蝸牛	7	—	20	10	2.55	1.00	1.56	0.63	0.61
蓬萊盾蝸牛	5	—	7	5.4	1.42	2.47	—	—	—
葛蘭氏盾蝸牛	6	—	13-15	8	1.47	2.75	—	—	—
多良間盾蝸牛	6	—	21.5	10.3	2.19	1.82	—	—	—

註 1： $\frac{\overline{AB}}{\overline{CD}}$ ：殼徑與透視殼高比； $\frac{\overline{CO}}{\overline{OD}}$ ：螺塔上、下層高度之比； $\frac{\overline{AB}}{\overline{GH}}$ ：殼徑與臍孔徑比；

$\frac{\overline{EP}}{\overline{PF}}$ ：殼口上、下層之高度比； $\frac{\overline{CD}}{\overline{GH}}$ ：殼頂至透視殼高與臍孔徑比

註 2：蓬萊盾蝸牛、葛蘭氏盾蝸牛、多良間盾蝸牛三種僅數位典藏資料，無殼體標本

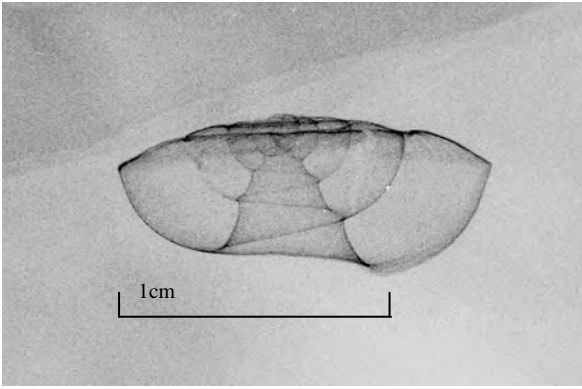


圖 5-8、*Aegista granti browni* 低腰盾蝸牛

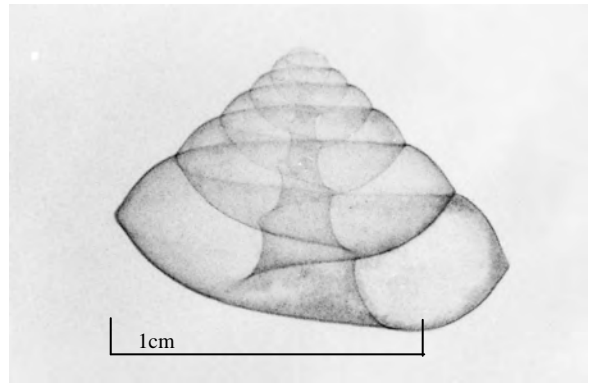


圖 5-9、*Aegista fulvicans* 高腰盾蝸牛

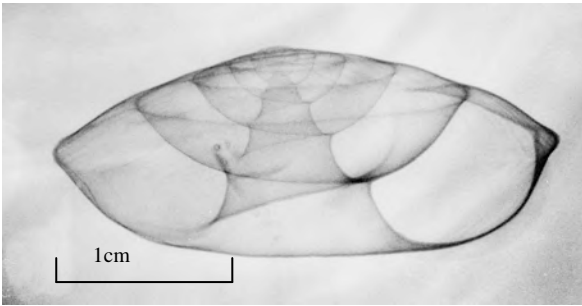


圖 5-10、*Aegista impexa* 薄鱗盾蝸牛

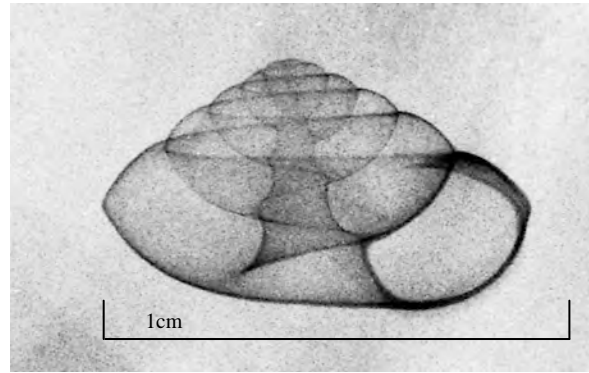


圖 5-11、*Aegista inrinensis* 員林盾蝸牛

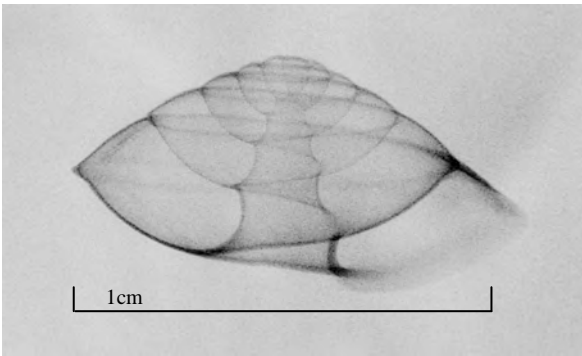


圖 5-12、*Aegista lausti micra* 小老子盾蝸牛

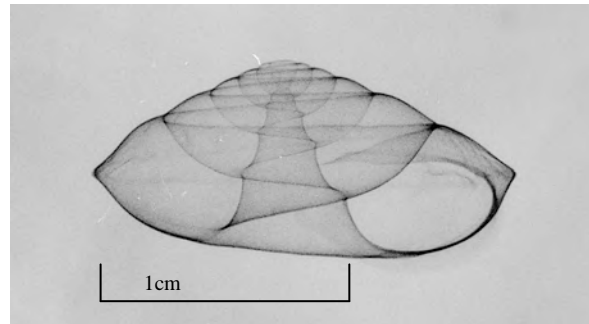


圖 5-13、*Aegista lausti* 老子盾蝸牛

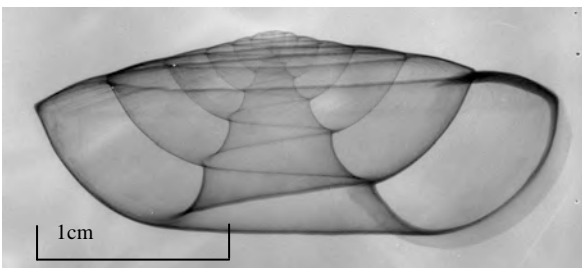


圖 5-14、*Aegista mackensii* 台灣盾蝸牛

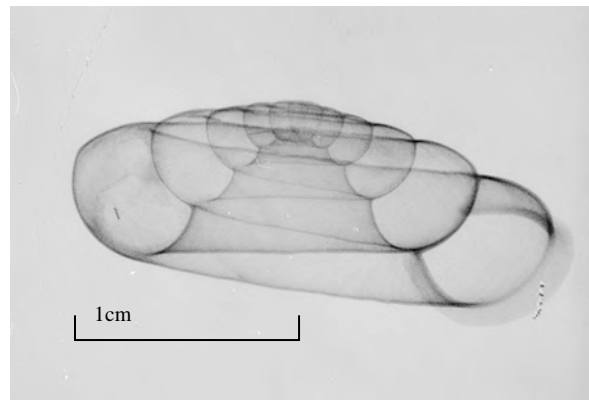


圖 5-15、*Aegista subchinensis* 台灣大臍蝸牛

註：本頁盾蝸牛屬 X 光片皆由牙醫診所合格人員操作，提供底片供本組進行研究；為方便研究，底片掃描後經反相處理，由黑底白圖轉為白底黑圖

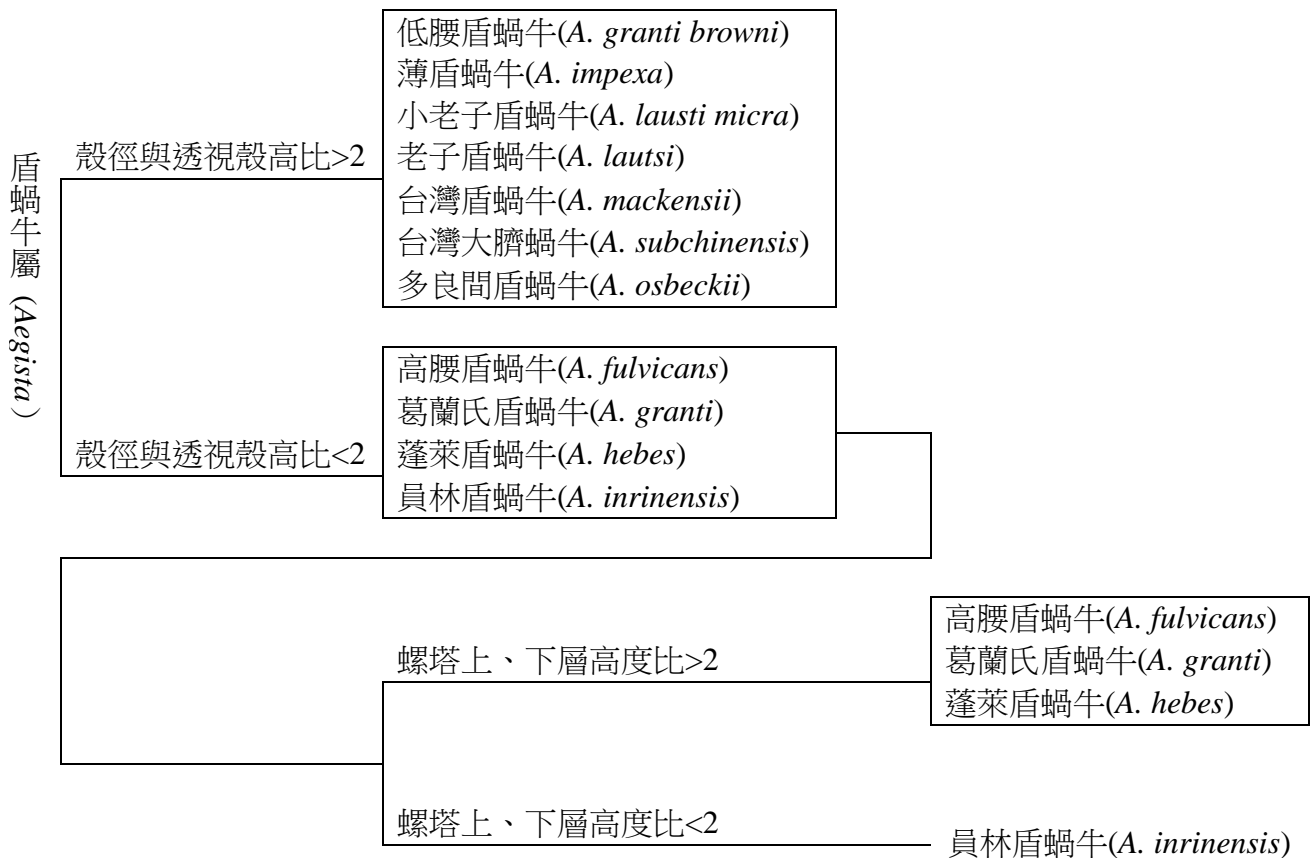
三、盾蝸牛屬檢索表的建立：

本組依據從表 5-6 中各種外部形態與 X 光透視圖中各部份的比值裡，挑選辨識度高的特徵，將盾蝸牛屬做出簡易檢索表，首先以盾蝸牛殼徑與透視殼高比($\frac{AB}{CD}$)做切分，以比值大於或小於 2 分為兩群(表 5-6 粉紅與淺粉紅)，高腰盾蝸牛(*A. fulvicans*)、員林盾蝸牛(*A. inrinensis*)、葛蘭氏盾蝸牛(*A. granti*)、蓬萊盾蝸牛(*A. hebes*)落在比值小於 2 的那群；再以螺塔上、下層高度之比($\frac{CO}{OD}$)進行分類，以比值大於或小於 2 分為兩群(表 5-6 藍色與淺藍)，即可將員林盾蝸牛(*A. inrinensis*)分出來。

根據上述特徵，本組自製一個簡易檢索表(表 5-7)：

表 5-7、員林盾蝸牛分類地位檢索表

1. 殼徑與透視殼高比>2.....低腰盾蝸牛、薄鱗盾蝸牛、小老子盾蝸牛、老子盾蝸牛、台灣盾蝸牛、台灣大臍蝸牛、多良間盾蝸牛
1. 殼徑與透視殼高比<2.....2
 2. 螺塔上、下層高度比>2.....高腰盾蝸牛、葛蘭氏盾蝸牛、蓬萊盾蝸牛
 2. 螺塔上、下層高度比<2.....員林盾蝸牛



陸、討論

台灣進行軟體動物研究者，相較於其他領域而言，實屬少數，而研究軟體動物中的陸生貝類(蝸牛)更是屈指可數，因此本組在選定以家鄉為名的生物為研究題材，搜尋相關文獻資料時，遭遇許多困難；除文獻較少外，更缺乏完整分類系統專書。以植物研究而言，台灣維管束植物誌詳盡完整，甚至有網路版可供查詢；但台灣蝸牛專書以圖鑑類為主，其中對於個體的描述多有模糊地帶，甚至有些資料也長時間未經更新，而進行分類研究最需要的**檢索系統不夠完整**，更使本組進行研究時困難重重。

雖然研究者較少，且**文獻匱乏**，但經過本組以科學方法進行假設與文獻探討，推論員林鎮應該尚存有員林盾蝸牛，並且經過設樣區調查，成功得找出 20 隻員林盾蝸牛，得以對於員林盾蝸牛的生態與形態做更進一步的研究。本組根據調查所得員林盾蝸牛(*A. inrinensis*)活體及殼體，比照圖鑑進行分類鑑定，發現現有資料不足以明確分類盾蝸牛屬的蝸牛，因此本組**自創 X 光透視圖法**，將蝸牛殼體平面化，除了可以精準測量各部位數據供分類依據，透視圖中更展現傳統分類法所無法使用的形態特徵，如盾蝸牛臍孔的深度、形式等特徵。本組認為**X 光透視圖所展現的特徵是理想的分類依據**。

員林地區一百年來沒有員林盾蝸牛(*A. inrinensis*)之採集紀錄，可能是因為研究者少，而且採集地點多集中於桃竹苗地區，也可能因為盾蝸牛分類系統缺乏，導致鑑定上的錯誤；本組調查後確定其**模式標本產地**仍然有許多員林盾蝸牛(*A. inrinensis*)，新增一筆紀錄供後人研究，並**提出新的分類方法**，製做盾蝸牛屬的檢索表，為基礎科學研究奠定基石。

研究過程中，本組發現盾蝸牛屬有許多的相似種，我們認為與蝸牛移動能力差，且受限於環境條件，蝸牛的分布應該具有相當的區域性，以族群演化觀點來看，因環境條件造成的地理隔離，使**蝸牛出現許多的亞種**；如就外觀而言，員林盾蝸牛(*A. inrinensis*)與高腰盾蝸牛(*A. fulvicans*)有許多相似之處，雖以本組提出的分類法可以區分，但若未來有機會可以加入**分子生物學的證據**，將使本屬蝸牛的鑑定更加完整。

以採集所得之蝸牛活體而論，採集的豐度以鼈甲蝸牛、非洲大蝸牛居冠，分布區域涵蓋各種干擾頻度樣區，顯示其適應環境的能力極強；扁蝸牛屬蝸牛出現棲地亦包含各種干擾頻度，但同為重度干擾的樣區，如：農耕地及花園棲地卻沒有發現，推測在花園樣區內有大量的鼈甲蝸牛及非洲大蝸牛，或許因種間競爭導致扁蝸牛無法在花園棲地中占有一席之地；而農耕棲地或許因使用農藥關係，該區僅發現非洲大蝸牛，此一結果也顯示出非洲大蝸牛對於環境有高度的適應性。

人為干擾頻度低的森林棲地，其蝸牛豐度較高，相反的，人為干擾度高的豐度較低；森林棲地(2)為次生林，屬於輕度人為干擾，豐度比重度人為干擾的花園棲地大，森林棲地(1)雖然人為干擾度低，但因為此棲地的優勢植物刺竹，林相單純，此棲地蝸牛豐度低；從各種蝸牛出現的棲地可發現，盾蝸牛、球蝸牛、山蝸牛和栗蝸牛只出現在輕度人為干擾的區域，扁蝸牛、非洲大蝸牛和鼈甲蝸牛則廣泛的分布各棲地，出現頻度較高。

在盾蝸牛屬的蝸牛中，本組研究在於如何鑑定區分出員林盾蝸牛，此外，依照本組使用的 X 光透視圖，可以將盾蝸牛屬的檢索表完整建立(表 6-1)。

表 6-1、盾蝸牛屬檢索表

1. 殼徑與透視殼高比>2.....	2
2. 螺塔上、下層高度比<1.2	3
3. 殼徑與臍孔徑比>2.....	4
4. 殼徑>20 mm.....	5
5. 殼口上下層高度比>0.5.....	薄鱗盾蝸牛
5. 螺殼口上下層高度比<0.5.....	台灣盾蝸牛
4. 殼徑<20 mm.....	低腰盾蝸牛
3. 殼徑與臍孔徑比<2.....	台灣大臍蝸牛
2. 螺塔上、下層高度比>1.2.....	3
3. 殼徑>20 mm.....	多良間盾蝸牛
3. 殼徑<20 mm.....	4
4. 殼徑與臍孔徑比>2.5.....	小老子盾蝸牛
4. 殼徑與臍孔徑比<2.5.....	老子盾蝸牛
1. 殼徑與透視殼高比<2.....	2
2. 螺塔上、下層高度比>2.....	3
2. 螺塔上、下層高度比<2.....	員林盾蝸牛
3. 殼徑>10 mm.....	高腰盾蝸牛、葛蘭氏盾蝸牛
3. 殼徑<10 mm.....	蓬萊盾蝸牛

柒、結論

- 一、歷年來採集員林盾蝸牛(*A. inrinensis*)的研究者極少，採集地點也多集中於桃竹苗等地，因此員林地區可能尚存有員林盾蝸牛(*A. inrinensis*)，經過調查，員林鎮確實尚存員林盾蝸牛(*A. inrinensis*)，且員林盾蝸牛分布於人為干擾頻度較低的次生林中，數量仍多。
- 二、我們在員林鎮上發現的蝸牛共計 8 種，包含扁蝸牛科 4 種、南亞蝸牛科 1 種、非洲大蝸牛科 1 種、山蝸牛科 1 種、鼈甲蝸牛科 1 種，其中可鑑定的種有：扁蝸牛(*B. similaris*)、球蝸牛(*A. tourannensis*)、小老子盾蝸牛(*A. lautsi micra*)、員林盾蝸牛(*A. inrinensis*)、栗蝸牛(*C. nux*)、非洲大蝸牛(*A. fulica Bowdich*)、台灣山蝸牛(*C. taivanus*)、鼈甲蝸牛。而各種微棲地中，屬森林棲地之蝸牛相最為豐富，這 8 種蝸牛皆有個體分布於森林棲地。
- 三、人為干擾頻度低的森林棲地，其蝸牛豐富度較高，相反的，人為干擾度高的豐度較低；森林棲地(2)為次生林，屬於輕度人為干擾，豐度比重度人為干擾的花園棲地大，森林棲地(1)雖然人為干擾度低，但因為此棲地的優勢植物刺竹，林相單純，此棲地蝸牛豐度低；從各種蝸牛出現的棲地可發現，盾蝸牛、球蝸牛、山蝸牛和栗蝸牛只出現在輕度人為干擾的區域，扁蝸牛、非洲大蝸牛和鼈甲蝸牛則廣泛的分布各棲地，出現頻度較高。
- 四、本組使用 X 光透視圖，挑選辨識度高的特徵，將盾蝸牛屬蝸牛依照透視圖中的殼徑與透視殼高比，分出比值 <2 得類群：高腰盾蝸牛(*A. fulvicans*)、員林盾蝸牛(*A. inrinensis*)、葛蘭氏盾蝸牛(*A. granti*)、蓬萊盾蝸牛(*A. hebes*)，再依照螺塔上、下層高度之比分類，可將其比值 <2 的員林盾蝸牛(*A. inrinensis*)分類出來，並製作盾蝸牛屬的檢索表。

捌、參考資料

- 一、朱耀沂 (2008)。動物命名的故事。台北：商周出版。
- 二、任淑仙 (1995)。無脊椎動物學。台北：淑馨出版社。
- 三、巫文隆、簡士傑 (2008)。桃竹苗地區貝類研究圖誌。台北：行政院農業委員會林務局。
- 四、巫文隆 (2005)。台灣貝類文獻導讀 I 《貝類學報》。台北：行政院農業委員會林務局。
- 五、李彥錚、陳文德(2003)。自然觀察圖鑑 3 蝸牛。台北：親親文化事業有限公司
- 六、賴景陽 (2009)。貝殼的故事。台北：國立台灣博物館。
- 七、賴景陽 (2005)。台灣貝類圖鑑。台北：貓頭鷹出版社。
- 八、謝伯娟、黃重期、吳書平(2006)。台灣蝸牛圖鑑。台北：行政院農業委員會林務局。
- 九、謝伯娟 (2003)。台灣蝸牛圖鑑。台北：行政院農業委員會林務局。
- 十、譚美芳、李坤瑄 (2010)。貝殼屋的建築師。臺中：國立自然科學博物館。
- 十一、台灣中部惠蓀林場陸生貝類調查。民 100 年 5 月 16 日，取自「貝類學報」：
<http://aries.dyu.edu.tw/~cchwang/download/2008HuiSun.pdf>
- 十一、台灣貝類標本名錄－員林盾蝸牛。中央研究院生物多樣性研究中心軟體動物學研究室。民 99 年 11 月 24 日，取自「台灣貝類資料庫」：
[http://shell.sinica.edu.tw/\(貝類標本名錄：
http://shell.sinica.edu.tw/chinese/specimenlist.php?type=Chinese_Name&keyword=%E5%93%A1%E6%9E%97%E7%9B%BE%E8%9D%B8%E7%89%9B\)](http://shell.sinica.edu.tw/(貝類標本名錄：http://shell.sinica.edu.tw/chinese/specimenlist.php?type=Chinese_Name&keyword=%E5%93%A1%E6%9E%97%E7%9B%BE%E8%9D%B8%E7%89%9B))
- 十二、PROCEEDINGS of the Academy of Natural Sciences or PHILADELPHIA。民 100 年 5 月 16 日，取自「Google 圖書」
http://books.google.com.tw/books?id=87OkYXDAss4C&pg=PA732&lpg=PA732&dq=Eulota+lautsi+mira&source=bl&ots=bB6w1Z2Se-&sig=vMKwKKMZVYBpHAPwEoMd4OIrBbs&hl=zh-TW&ei=eZD7TaOLMIWkuAPsYmSAw&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=2&ved=0CB8Q6AEwAQ#v=onepage&q&f=false

【評語】 030317

1. 主題符合鄉土性題材
2. 以 X 光觀察不同蝸牛之型態、殼徑及殼高來分類方法可行。
3. 對蝸牛特徵觀察仔細。
4. 對數據之統計分析可再加強。