

在台灣的亞洲蜆(*Corbicula fluminea*)其生殖腺構造和性比

The Gonadal Structure and Sex Ratio of Asian Clam

***Corbicula fluminea* in Taiwan**

賴俊任¹ 蔡奇立² 郭金泉^{1*}

Chun-Jen Lai¹, Chi-Li Tsai² and Jin-Chywan Gwo^{1*}

¹國立臺灣海洋大學水產養殖學系 20224 基隆市中正區北寧路2號

²行政院農業委員會特有生物研究保育中心 55244 南投縣集集鎮民生東路1號

¹ Department of Aquaculture, National Taiwan Ocean University, 20224 Keelung, Taiwan

² Endemic Species Research Institute, Jiji, 55244 Nantou, Taiwan

* 通訊作者 e-mail: gwo2019@gmail.com

*Corresponding author e-mail: gwo2019@gmail.com

摘要

蜆屬(*Corbicula*)的蜆依照其棲息環境與生殖腺的構造，可分為三種類群(1)生活於淡水，雌雄同體；(2)生活於淡水，雌雄異體；(3)生活於半淡鹹水，雌雄異體。為了瞭解在台灣的亞洲蜆(*Corbicula fluminea*)的生殖生物學，本研究以石蠟連續切片觀察每個台灣蜆的性腺發育並決定其性別。樣本採集自基隆(33個)、七堵(10個)、石碇(20個)、三峽(9個)、新屋(33個)、后里(68個)、蘇澳(20個)及花蓮(30個)，共223個樣本。結果發現10個雄性個體(三峽1個、新屋2個與后里7個)，其餘的樣本皆為雌雄同體(95.52%)，整體雄性的比例為4.48%。未發現雌性個體。在台灣的亞洲蜆棲息於淡水，雌雄同體居多，雌雄異體只觀察到雄性個體，沒發現雌性個體。

關鍵詞：台灣蜆、性別、生殖

Abstract

The genus *Corbicula* can be divided into three groups by the living environment and reproduction mode: (1) living in freshwater, hermaphroditism (2) living in freshwater, dioecism, and (3) living in brackish water, dioecism. To understand the reproduction mode of *Corbicula fluminea* in Taiwan, we use the paraffin series section to observe the gonadal development and identify the sex. A total of 223 samples from Keelung (n=33), Qidu (n=10), Shiding (n=20), Sanxia (n=9), Xinwu (n=33), Houli (n=68), Su'ao (n=20) and Hualien (n=30) were investigated. Only ten males (Sanxia (n=1), Xinwu (n=2) and Houli (n=7); sex ratio (4.48%) were confirmed, the rest of the samples were hermaphroditism (95.52%), with no findings of female in the present study. The Asian clam in Taiwan inhabit freshwater, the majority are hermaphrodites, and only males are observed in dioecism.

Key words: *Corbicula fluminea*, sex, reproduction

收件日期：2019年10月01日

Received: October 01, 2019

接受日期：2020年01月13日

Accepted: January 13, 2020

緒言

2018年登錄於台灣貝類資料庫的台灣的蜆屬 (*Corbicula*) 共有4 個物種:台灣蜆 *Corbicula fluminea*、真蜆(環紋蜆) *Corbicula leana*、島蜆 *Corbicula insularis*及 *Corbicula producta*。這四個物種是以其外殼殼形與殼色為依據進行分類。台灣蜆與真蜆的外貌相似,皆呈三角形,須以殼色方能區別(增田與內山,2005),台灣蜆的外殼呈綠色或黃色,而內殼呈白色或紫色(增田與內山,2005)。環紋蜆的外殼為綠色,內殼呈紺色(暗藍色)。島蜆外殼呈橄欖黃,內殼呈淺紫色,殼兩側幾乎等長 (Prime, 1867)。*Corbicula producta*早期台灣南部有發現(農復會漁業組,1973),現在已知日本國京都大学総合博物館保藏有其貝殼標本 (<http://www.museum.kyoto-u.ac.jp/collection/Shell/Shell00001643.htm>)。*Corbicula producta*外殼是黃色,內殼紫色,外型接近圓形。

根據行政院農業委員會漁業署2018年水產年報的統計資料,2012-2017年間台灣淡水貝類的最大養植物種是台灣蜆、也是台灣所有貝類養殖的第三大物種。2017年,台灣蜆產量約4.5 千公噸;產值有2.28億新台幣之多,僅次於牡蠣、文蛤,是台灣高經濟價值的養植物種之一。1996年至2014年台灣蜆之年產量都維持在1萬公噸以上,但2015年以後卻由8 千公噸掉到6 千公噸,再滑落到2017年的4 千公噸,一年不如一年。

宮崎 (1936) 認為蜆屬的生物可依照

棲息生活環境、生殖腺的構造及繁殖方式將之分為3類;第一類生活於淡水域,雌雄同體,卵胎生;第二類生活於淡水域,雌雄異體,卵生;第三類生活於半淡鹹水域,雌雄異體,卵生。在日本,台灣蜆雖然有發現少部分的雄性個體,但依然是以雌雄同體為主 (Houki *et al.*, 2011)。在台灣的亞洲蜆(在本文稱台灣蜆),根據陳等 (1994) 的報告指出,台灣蜆有雌雄同體與雌雄異體,兩種蜆個體。在宜蘭、麥寮及觀音皆發現有雌雄同體與雌雄異體的個體,其中流水區(宜蘭)比滯水區(麥寮、觀音)雌雄同體佔的比率高(巫,1997)。中國的河蜆則是有地域之別,不同地區雌雄同體與雌雄異體的狀況不同(王與常,2010)。

目前台灣蜆的胚胎發育有體內受精與體外受精二說(陳,1990、蕭,1987)。雌雄同體的蜆行自體體內受精,而雌雄異體的蜆,則需要將精卵排出體外,在周圍環境水中受精(巫,1997; 陳,2015)。Morton (1983, 1991) 表示台灣蜆的性別與水流之流速有關,而古丸 (2013) 則認為是由遺傳決定。在日本,台灣蜆雖然有發現少部分的雄性個體,但依然是以雌雄同體為大宗 (Houki *et al.*, 2011)。台灣蜆雖然有雌雄同體與雌雄異體兩種個體,但是台灣蜆的性腺不是集中成一個器官,而是分散在體腔(陳等,1994),因此不進行連續切片可能會誤判個體究竟應該是雌雄同體還是雌雄異體。本研究的目的為採集更多台灣各地的台灣蜆樣本,並調查台灣蜆在台灣不同地區的性別比例。樣本由2008逐年採集至2010年共3年。採集後樣本保存於

95%酒精，並以連續切片檢查樣本的生殖巢並判斷性別。

材料與方法

本實驗的樣本採自基隆、七堵、石碇、三峽、新屋、后里、蘇澳及花蓮(圖1)。採集後樣本以95%酒精固定，置於室溫保存。其固定方法如下：

- 一、切斷蜆的閉殼肌。
- 二、將其浸入95%酒精中脫水，分別於1 min、5 min、10 min、30 min及1 hr後置換一次酒精。

三、以95%作為保存液，放置於室溫中。

用石蠟包埋，處理步驟如下：

- 一、以95%及100%各浸泡2次，每次30 min，使樣本完全脫水。
- 二、將樣本放入100%酒精：Xyline=1：1的溶液中浸泡30 min。
- 三、將樣本放入Xyline浸泡30 min。
- 四、將樣本放入Xyline：石蠟=1：1的溶液中，置於65°C恆溫箱內浸泡30 min。
- 五、將樣本放入石蠟中，置於65°C恆溫箱內浸泡30 min。
- 六、將樣本以石蠟包埋，即可進行切片。

因為蜆的性腺與體腔的消化、循環、呼吸等組織和器官緊密結合無法切開分離，我們只能以切片厚度約6 μm 的連續切片(Serial Section)並使用蘇木精溶(Hematoxylin, Leica Biosystems, USA)與伊紅-Y溶液(Eosin, Thermo Scientific, USA)進行H&E雙重染色(圖2)，確認每個蜆個體性腺生殖巢的構造，判斷每個蜆個體究竟是雌雄同體還是雌雄異體。我們用光學顯微鏡(Olympus, BX50M, Tokyo, Japan)觀察切片並拍照紀錄。有時須以油鏡放大千倍，仔細再三觀察切片組織，以分辨精子與卵子、分析性腺(生殖腺)構造。最後再依此判斷個體是雄性、是雌性、是雌雄異體或是雌雄同體，計算所占之比例。

結果

觀察連續切片之結果我們發現台灣蜆存在雌雄同體的個體和雄性單性的個體。雌雄同體的台灣蜆的性腺經 H&E 雙重染色

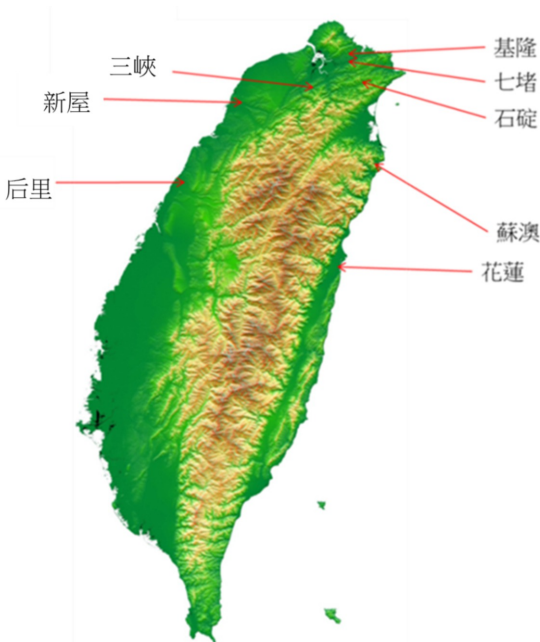


圖1. 採樣地點。

Fig. 1. Sampling locations.



圖2. 我們以石蠟連續切片觀察在台灣的亞洲蜆的性腺並決定其性別。

Fig. 2. We use paraffin series section to observe the gonad and to identify the sex of Asian clam *Corbicula fluminea* in Taiwan.

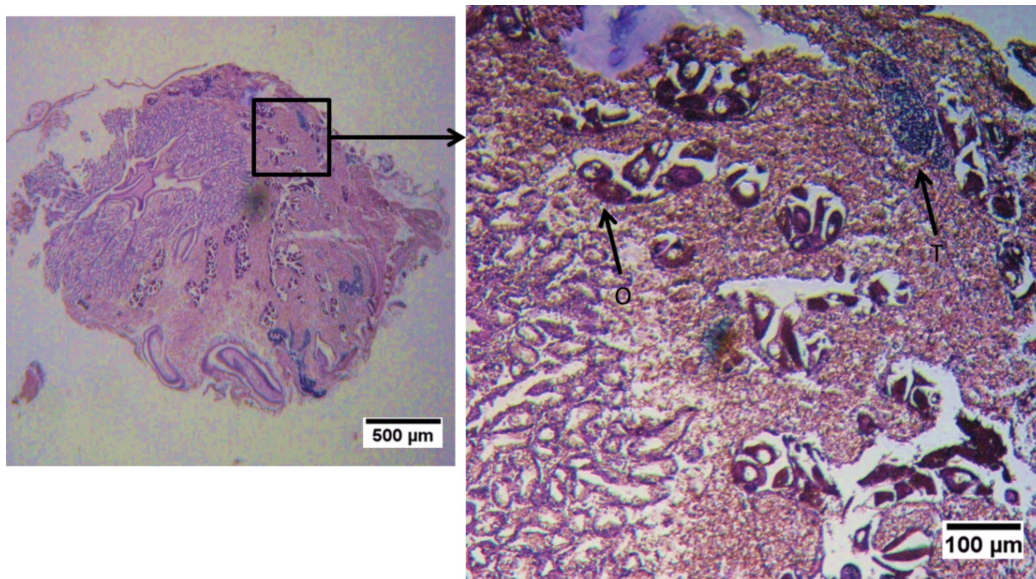


圖3. 雌雄同體的 *Corbicula fluminea* 之性腺。

Fig. 3. The gonad of hermaphroditism *Corbicula fluminea*.

T: Testis精巢 O: Ovary卵巢

後(圖2)，可見性腺組織存在大量不規則形狀的圓形囊泡(Cyst)，精巢(T: Testis)呈深紫藍色(圖3)，卵巢(O: Ovary)呈紅色(圖3)。雌性腺卵巢內的卵呈偏紅的紫色，可見到含透明油滴(OD: Oil Drop)的卵(圖4)，有時在油滴附近能看到顏色深紫的球型核仁(Nucleolous, 圖4)。雄性單性個體精巢之囊泡(cyst)幾乎占滿整個雄性蜆的性腺(圖5)。

雌雄同體的台灣蜆之性腺有兩種囊泡(圖6)：(1) 精與卵分開型:精巢與卵巢分開(圖

6A)，同時獨立存在於性腺組織的不同囊泡；(2) 精與卵混合型(Mixed Cyst)：精巢和卵巢混合在同一個囊泡(圖6B)，卵巢位處囊泡中心，精巢圍繞著卵巢，位於囊泡周緣。囊泡飽滿的雄性個體的性腺，可觀察到囊泡內精巢的精子尚未解離，和囊泡已破，解離散開的精子(圖7)。尚未解離的多個精子匯聚成頂體朝內，鞭毛朝外的球型精子團(Sperm Cluster, 圖7B藍箭頭)；旁邊有囊泡已破，解離散開獨立的精子(圖7B紅箭

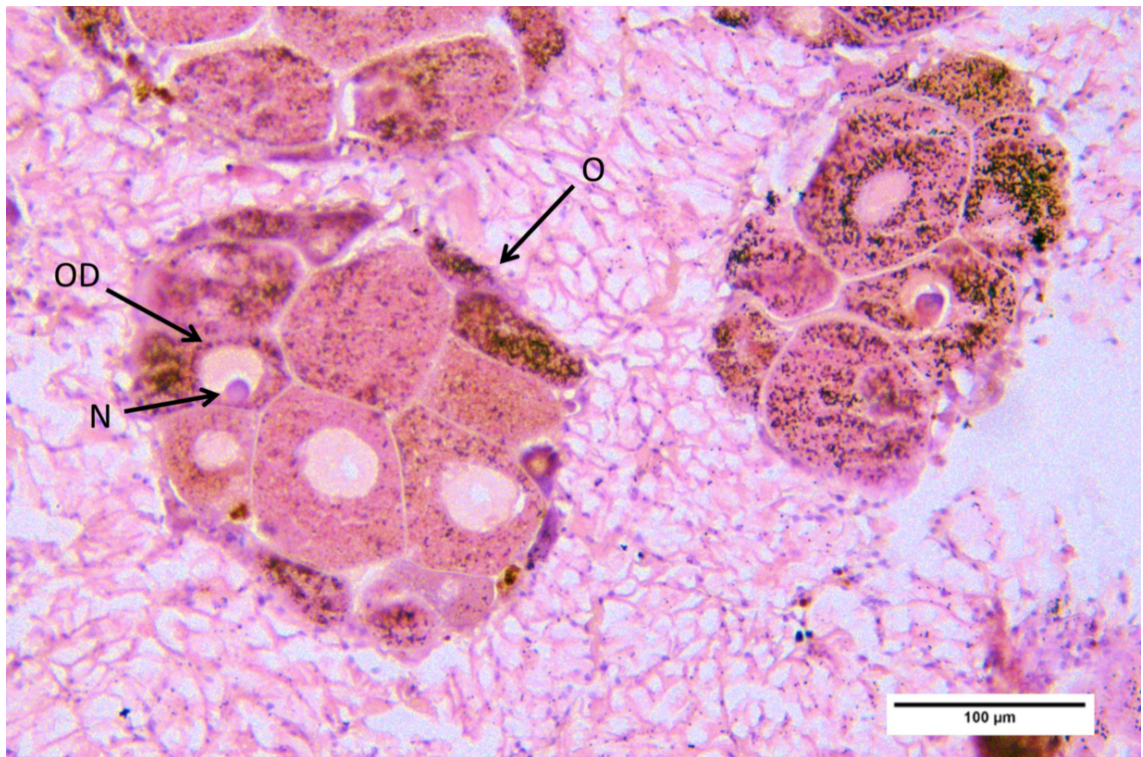


圖4. 雌雄同體蜆*Corbicula fluminea*的卵巢。

Fig. 4. The ovary of hermaphroditism *Corbicula fluminea*.

O: Ovary 卵巢 OD: Oil-drop 油滴 N: Nucleolus 核仁

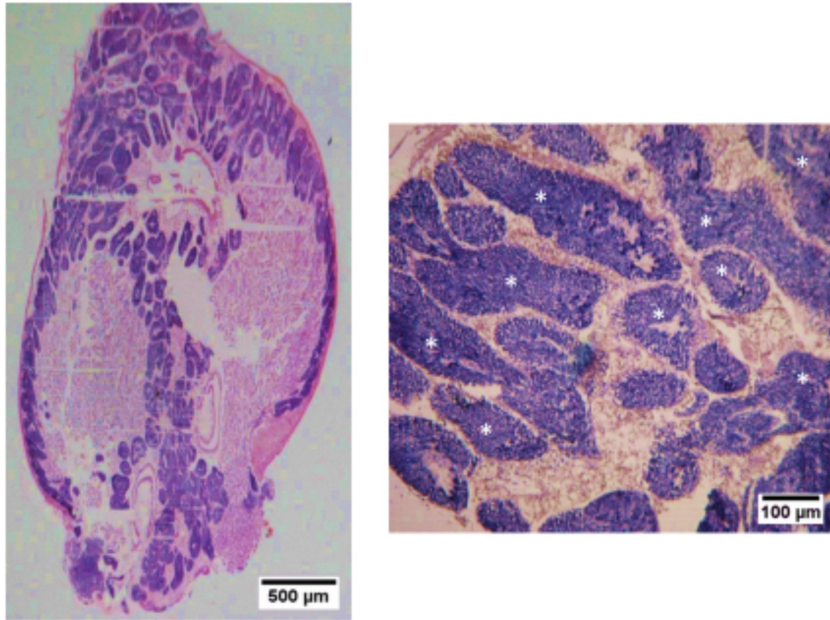


圖5. 雄性*Corbicula fluminea*的精巢。

Fig. 5. The testis of male *Corbicula fluminea*.

*:Tesits精巢

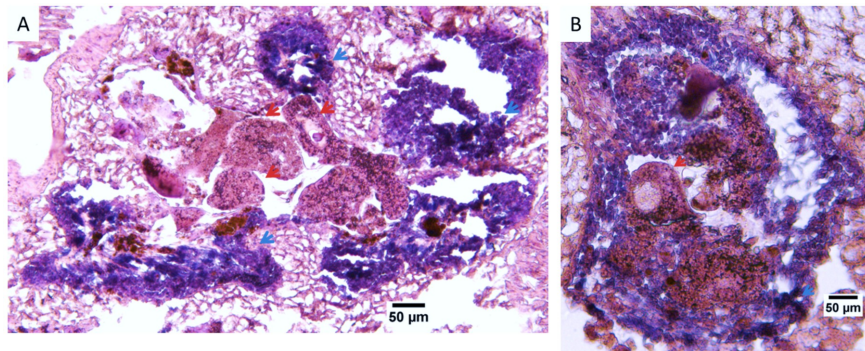


圖6. 雌雄同體 *Corbicula fluminea* 的精卵分開型和精卵混合型囊泡。

Fig. 6. Two types of cyst in hermaphroditism *Corbicula fluminea*.

卵細胞(紅箭頭)，精細胞(藍箭頭)。

圖 A. 精卵分開(在不同囊泡)，分開型性腺

圖 B. 精卵混合(在同一個囊泡)，混合型性腺

Egg (red arrowhead), and sperm (blue arrowhead).

Fig. A. The sperm and eggs are separated in different cysts. Bar indicates 50 µm.

Fig. B. The sperm and eggs are mixed inside the same cyst. Bar indicates 50 µm.

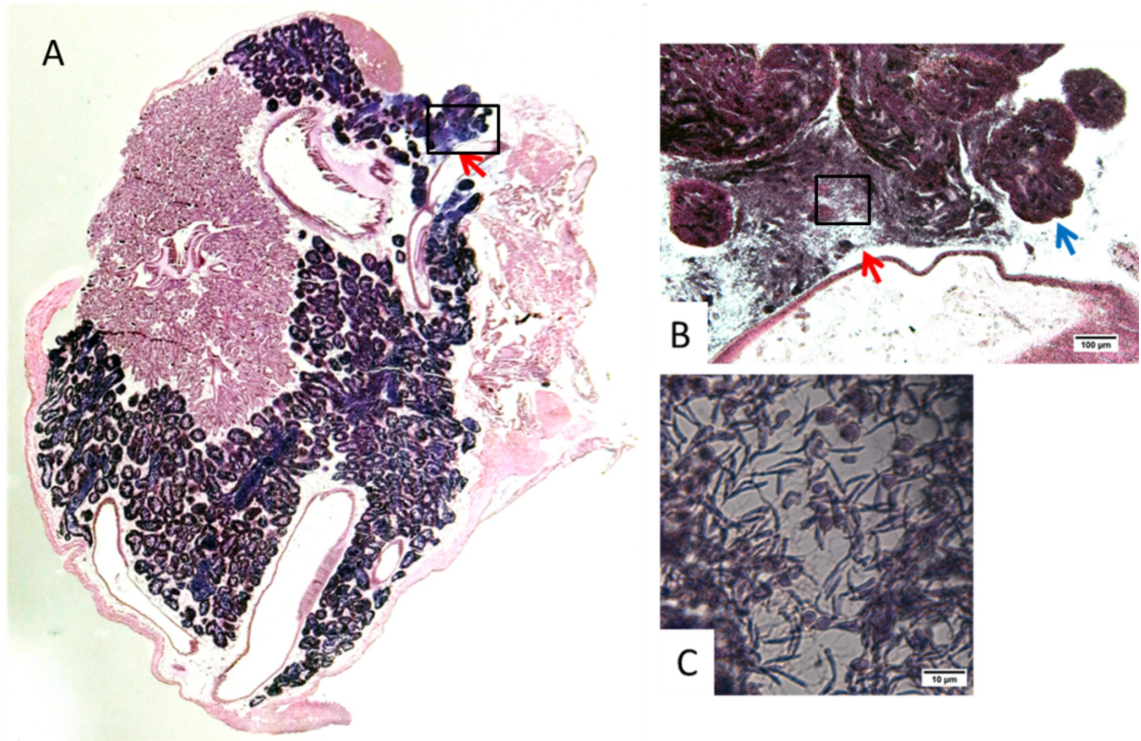


圖7. 解離前與後的精子。

Fig. 7. Sperm cluster (before dissociated) and the dissociated sperm.

圖A. 排出體外解離前與解離後的精子之型態不同 (綠方框紅箭頭)

圖B. 放大A的綠方框。解離後的精子(紅箭頭)，尚未解離的精子團(藍箭頭)。放大100倍。

圖C. 已解離的精子。放大1000倍。

Fig. A. The dissociated sperm (red arrow)

Fig. B. The dissociated sperm (red arrow) and clusters of sperm (blue arrow). Magnification 100X.

Fig. C. The dissociated sperm. Magnification 1000X.

頭、圖7C)。調查新北三峽9個台灣蜆，發現有1個雄性個體，雄性比例為11.11% (表1)；桃園新屋有2個雄性 (6.06%，n=3

3)，台中后里有7個 (10.29%，n=68)。基隆、七堵、石碇、蘇澳及花蓮則只發現雌雄同體的個體 (表1)，在所有調查的8個地

表1. 2008-2010年採集地點樣本雌雄同體和雄性個體數與所佔的比例

Table 1. The sex and sex ratio of samples collected during 2008-2010

Location	Sampling date	Hermaphroditism	Ratio (%)	Male	Ratio (%)
Keelung 基隆	2008/12/23	33	100.00	0	0.00
Qidu 七堵	2009/3/3	10	100.00	0	0.00
Shiding 石碇	2009/4/18	20	100.00	0	0.00
Sanxia 三峽	2008/12/13	8	88.89	1	11.11
Xinwu 新屋	2010/7/13	31	93.94	2	6.06
Houli 后里	2009/1/30	61	89.71	7	10.29
Su'ao 蘇澳	2009/4/12	20	100.00	0	0.00
Hualien 花蓮	2009/1/30	30	100.00	0	0.00
Total 總和		213	95.52	10	4.48

點皆未發現雌性個體。本研究以組織學切片共調查 223 個台灣蜆，發現大部分 (95.52%) 台灣蜆為雌雄同體，少部分 (4.48%) 為雄性 (表1)。

討論

台灣蜆這個稱呼是由日本人在台灣進行蜆類調查時取的。日文寫成タイワンシジミ。日本本土另有一種真蜆 (中文又名環紋蜆，日本名為マシジミ；學名 *Corbicula leana*)，棲息生活環境和台灣蜆相似 (增田與內山，2005)。近年來 Komaru *et al.* (2013) 對真蜆與台灣蜆進行了 Mitochondrial Cytochrome b 與 Nuclear 28S rRNA Markers 的比對，發現兩者很難以此兩種分子生物標記區分。Komaru *et*

al. (2013) 推測真蜆可能是台灣蜆的同種異名。

據 Araujo *et al.* (1993) 的研究和歸納，台灣蜆最早在亞洲地區有明確的紀錄，而後由於人類的活動散播至美洲再到歐洲，因此在英文中台灣蜆的俗名是 Asian clam 和 Freshwater clam 意指由亞洲傳播來的淡水產貝類。因亞洲蜆雌雄同體、也可行雄核發育 (Androgenesis)、生長快速、達性成熟時間速、生活史短、具繁殖能力強、散播能力猛等特徵，一旦入侵至新的棲地很快就能定棲、繁衍、擴張、散播出去。目前亞洲蜆已成為世界上許多淡水生態系尤其是優勢底棲生物，在歐美地區造成嚴重的外來種取代甚至置換原生生態的問題 (Sousa *et al.*, 2008)。

宮崎 (1936) 曾以生活環境與生殖模式分類中國、日本、朝鮮蜆屬的生物，第一類

群為生活於淡水域，雌雄同體(Monoecy; Hermaphroditism)，卵胎孵育型(Ovoviviparity)；第二類群為生活於淡水域，雌雄異體(Dioecy)，卵生(Oviparous)；第三類群為生活於半淡鹹水域，雌雄異體，非孵育型。Houki *et al.* (2011) 以組織切片調查55個在日本的台灣蜆個體，發現絕大部分(53/55=96.4%)的台灣蜆是雌雄同體，僅少部分(2/55=3.6%)是雄性，沒有發現雌性個體。陳等(1994)調查宜蘭、麥寮及觀音的台灣蜆族群，發現其雌雄異體與雌雄同體的比例約為 1:1。張(2016)對中國大通湖221個河蜆的調查結果卻大相逕庭，他發覺大部分(66.5%)為雌雄同體，其餘個體是雌雄異體。雌性個體占29.4%，雄性個體極少(2.7%)，3個(1.4%)無法辨識。Morton (1983, 1991) 則認為中國珠江流域的蜆之性別依棲息環境水的流速而異，靜水域的雌性與雌雄同體比例約為 1:1，未發現雄性個體；流水域的雄性、雌性與雌雄同體比例約為 1:1:1。本研究發現大部分(95.52%)台灣蜆為雌雄同體，少部分(4.48%)為雄性，未發現雌性(0%)。所以台灣蜆性比特徵與 Houki *et al.* (2011) 調查結果相似，且又生活於淡水是屬於宮崎分類的第一與第二類群，但無雌性個體。雌雄同體的台灣蜆之性腺除了精巢與卵巢各自分開(分開型)在性腺不同區域外，也發現同一個囊泡內同時具有精子與卵子的混合型性腺(圖5)。馬氏珠母貝(*Pinctada martensi*)也出現混合型性腺(王等, 2006)。于等(2007)推測馬氏珠母貝第二性原細胞並不是在性轉變時由囊泡外移入，可能是受某些因子(例如激素)的作

用，囊泡內的原始生殖細胞停止生成第一性原細胞，轉而生成第二性原細胞，因而發生性轉變。Cao *et al.* (2017) 也認為這種混合型性腺可能是性轉變的跡象。台灣蜆尚未有此方面的研究與報導。不論是在分開型或是在混合型性腺，台灣蜆精巢內的精子皆聚集成精子團，形成一個頂體朝內，鞭毛朝外的球型結構。這種結構在日本黑蜆(*Corbicula japonica*)也觀察到Rybalkina *et al.* (2013)。精子的排放時以精子團為單位，將精子團排出體外，然後精子團會解離散開，排出單一個別的獨立精子(圖6)。據Rybalkina *et al.* (2013) 所述，日本黑蜆精子需透過水才能活化，台灣蜆的精子可能有相同的機制。

結論

本研究所採集在台灣的亞洲蜆(台灣蜆)皆生活於淡水，性別以雌雄同體為主(95.52%)，有極小比例的雄性(4.48%)，未發現雌性個體。雌雄同體的個體其性腺除了精巢與卵巢各自分開處於不同囊泡(分開型)外，也發現在同一個囊泡內同時具有精子與卵子的混合型性腺。

引用文獻

- 于非非、余祥勇、王梅芳、周莉、桂建芳。2007。雙殼類的性轉換現象及其機理探討。水生生物學報 31(4): 576-580。
- 王慶志、常亞青。2010。大洋河河蜆的繁殖生物學研究。大連水產學院學報

- 25 (1) : 8-13。
- 王梅芳、余祥勇、劉永、譚亞聰、楊珍義。2006。馬氏珠母貝雌雄同體和自體受精的研究。水生生物學報 30 (4) :420-424
- 古丸明。2013。雌雄同體シジミ *Corbicula leana*, *C. fluminea*の雄性発生。日本水産學會誌 79 (5) :903-903。
- 巫文隆。1997。會懷孕的台灣蜆。貝友 23: 3-4。
- 張健。2016。大通湖河蜆的周年生產量及繁殖特性研究。湖南農業大學化學化工學院碩士論文。
- 宮崎一老。1936。シジミの發生に就て。日本水産学会誌 5 (4) : 249-254。
- 陳讚昌。1990。台灣產台灣蜆 (*Corbicula fluminea*) 之生物學及族群判定研究。國立臺灣大學漁業研究所碩士論文。
- 陳讚昌、廖國焱、巫文隆。1994。台灣蜆的生殖生態學之研究。貝類學報 18: 55-73。
- 増田 修、内山りゅう。2005。日本産淡水貝類図鑑 (2) 汽水域を含む全国の淡水貝類., 増田 修・内山りゅう著。2004年10月1日。株式会社ピーシーズ (東京)。
- 農業委員會漁業署。2018。漁業年報。
- 農復會漁業組。1973。台灣之養蜆業。中國水産。248: 2-5。
- 蕭一鵬。1987。臺灣蜆 (*Corbicula fluminea*) 幼生之培育研究。輔仁大學生物學研究所碩士論文。
- Araujo R., Moreno D. and Ramos M., 1993. The Asiatic clam *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) (Bivalvia: Corbiculidae) in Europe. American Malacological Bulletin, 10(1): 39-49.
- Cao L., Damborenea C., Penchaszadeh, P. E., and Darrigran, G. 2017. Gonadal cycle of *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Corbiculidae) in Pampean streams (Southern Neotropical Region). PLoS one, 12(10), e0186850.
- Houki S., Yamada M., Honda T., and Komaru A. 2011. Origin and possible role of males in hermaphroditic androgenetic *Corbicula* clams. Zoological Science 28(7): 526-532.
- Komaru A., Yamada M. and Houki S., 2013. Relationship between two androgenetic clam species, *Corbicula leana* and *Corbicula fluminea*, inferred from mitochondrial cytochrome b and nuclear 28S rRNA markers. Zoological science 30(5): 360-366.
- Morton B. 1983. The sexuality of *Corbicula fluminea* (Müller) in lentic and lotic waters in Hong Kong. Journal of Molluscan Studies 49(1): 81-83.
- Morton B. 1991. Do the Bivalvia demonstrate environment-specific sexual strategies? A Hong Kong model. Journal of Zoology 223(1): 131-142.
- Prime T. 1867. XXVII.—Notes on Species of the Family Corbiculadæ, with Figures.

Annals of The Lyceum of Natural History of New York 8: 213–237.

Rybalkina S., Maiorova, M., Anisimov, A., and Kravchenko, D. 2013. The gametogenesis and sexual cycle of the bivalve *Corbicula japonica* Prime (1864) in the mouth of the Kievka River (Sea of Japan). Russian Journal of Marine Biology 39(4): 253-264.

Sousa R., Antunes C. and Guilhermino L., 2008. Ecology of the invasive Asian clam *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) in aquatic ecosystems: an overview. Annales de Limnologie – International Journal of Limnology 44(2): 85-94.