

再刊編號:7
Reprint No. 7

抽印自 中華民國貝類學報
第十四卷
Reprint from
Bulletin of Malacology, ROC
Vol. 14, pp. 93-106, 1989

7

臺灣的九孔研究回顧與檢討

戴仁祥·巫文隆

Historical review and outlook on the studies
of abalone from Taiwan

Ren-Shyang Dai and Wen-Lung Wu

農委會補助計畫編號：
76農建-8.1-漁-37A

臺灣產九孔 (*Haliotis diversicolor*) 消化器官的解剖研究

戴仁祥·巫文隆

中央研究院動物研究所

關鍵詞：腹足綱—鮑螺科，解剖，消化器官。

Key words: Gastropoda—Haliotidae, Anatomy, Digestive system.

一、前言

九孔(*Haliotis diversicolor*)是屬於軟體動物門、腹足綱、原始腹足目、鮑螺科、鮑螺屬的一種(Thiele 1931)，是熱帶與亞熱帶的小型種；它具有橢圓形的貝殼，殼長寬比約為1.45~1.50；腹足位於腹部，大而扁平，表面具有許多皺紋，可緊緊吸附著於岩石之上。

九孔在本省多分布於台北縣、宜蘭縣、花蓮縣、台東縣、屏東縣恆春半島、澎湖縣等沿岸岩礁區(Kuroda 1941)，是本省重要的經濟性貝類(Ho 1959; Kuo 1964; Wu and Chang 1976)。

本省過去有關海產軟體動物的解剖相當缺乏，除了雙殼貝中的西施舌(Wu 1986)及文蛤(Liu 1988)有較完整的記錄外，其他可供作為比較解剖研究的海產軟體動物報告則付之闕如，所以本研究乃以九孔為對象，分別就其外部形態、內部形態、消化器官、齒舌的構造及形態方面等加以描述，以建立本省軟體動物學的基本資料。

二、材料與方法

(一)材料與解剖

1986年間於台東縣成功地區採獲野生九孔5-10隻，以10%福馬林(Formalin)固定24小時後，將標本置於70%酒精中保存24小時，再移至同濃度酒精中保存。而後以Nikon解剖顯微鏡配合繪圖器(Drawingtube)，繪得外部形態、內部形態、消化器官、與生殖器官等圖。

(二)齒舌製備

齒舌自齒舌囊取出後，分別做光學顯微鏡及掃描式電子顯微鏡觀察：

1. 光學顯微鏡標本製備

- (1)取出齒舌置於10%NaOH中浸泡並搖盪10分鐘。
- (2)以蒸餾水清洗，去除多餘NaOH。
- (3)置於5%Chromic acid中染色5-10分鐘。
- (4)再將齒舌置於載玻片上，以70%酒精洗去多餘的Chromic acid。
- (5)再以90%、95%及100%酒精(三次)

連續脫水。

(6)脫水後，立即滴加Euparal，再蓋上蓋玻片以觀察並永久保存。

2. 掃描式電子顯微鏡(SEM)標本製備：

- (1)將齒舌以10%NaOH清洗乾淨，再以蒸餾水洗去NaOH。
- (2)置於2%戊二醛，在4°C中做前固定1-2小時，再用緩衝液沖洗。
- (3)再置於1%鉍酸，在4°C中做後固定1-2小時，再用緩衝液沖洗。
- (4)再以70%、90%、95%及100%酒精(三次)連續脫水。
- (5)使用臨界點乾燥法(CPD)以液態二氧化碳置換酒精。
- (6)再以Ion coater將標本鍍金3—5分鐘。
- (7)然後在日立，SEM-450下觀察並拍照。

三、結果

(一)殼(Shell)

殼為橢圓形，有6-9個呼吸孔(Respiratory pore)及明顯的肋紋。胚胎發育時，呼吸孔隨著成長而增加，最後只留下最前面的6-9個呼吸孔，其餘均被外套膜分泌珍珠質所填補(Oba 1964)，殼表面常附著有其他生物，如苔蘚蟲、水螅或各種海藻等。殼內面為銀白色，具珍珠光澤。

(二)軟體外部形態

軟體除了左右殼肌(Left and right shell muscles)及鰓裂(Gill slit)外，均由外套膜(Mantle)所覆蓋(Fig.1)。右殼肌(Right shell muscle, RSM)大型，位於體

背正中部位(Fig.1)。左殼肌(Left shell muscle, LSM)已退化成小條狀肌肉，位於左鰓上方的外套膜上(Fig.1)。鰓裂位於左上部，為水流的出入區域、廢物排泄及生殖時精卵排出的通道。在鰓裂上方的呼吸孔便是通到外面水域環境的出口。鰓裂下方即為鰓，通常左鰓較右鰓大(Fig. 1)。

九孔腹足有許多皺紋(Fig. 2)，可強而有力地吸附附著物，上足(Epipodium, Fig. 2)具有無數指狀突起，稱為上足觸手(Epipodium tentacle, Fig. 2)，是九孔的感覺器官之一。

(三)消化系統(Fig. 3)

1. 唇(Lip)

唇是短筒狀，位於一對頭部觸角(Head- tentacle)中間斜下方處(Fig. 2)，唇分內外兩層(內唇與外唇)，唇上具有乳頭狀突起，如鮫膚狀。

2. 口吻部(Buccal region)

(1) 舌咽軟骨(Odontophore cartilage)

舌咽軟骨位於齒舌囊(Radular sac, Fig.4)下方。舌咽軟骨上有許多肌肉連接於齒舌囊，利用肌肉的伸舒，舌咽軟骨會將齒舌往外推出，刮取藻類。肌肉收縮時，則將齒舌拉回，食物即可進入口內(Fig. 4)。

(2) 齒舌(Radula)

九孔的齒舌是由三種齒形所構成，即中間齒(Central teeth or Rachidian, R)、側齒(Lateral teeth, L)及緣齒(Marginal teeth, M) (Wu and Lin 1987)。

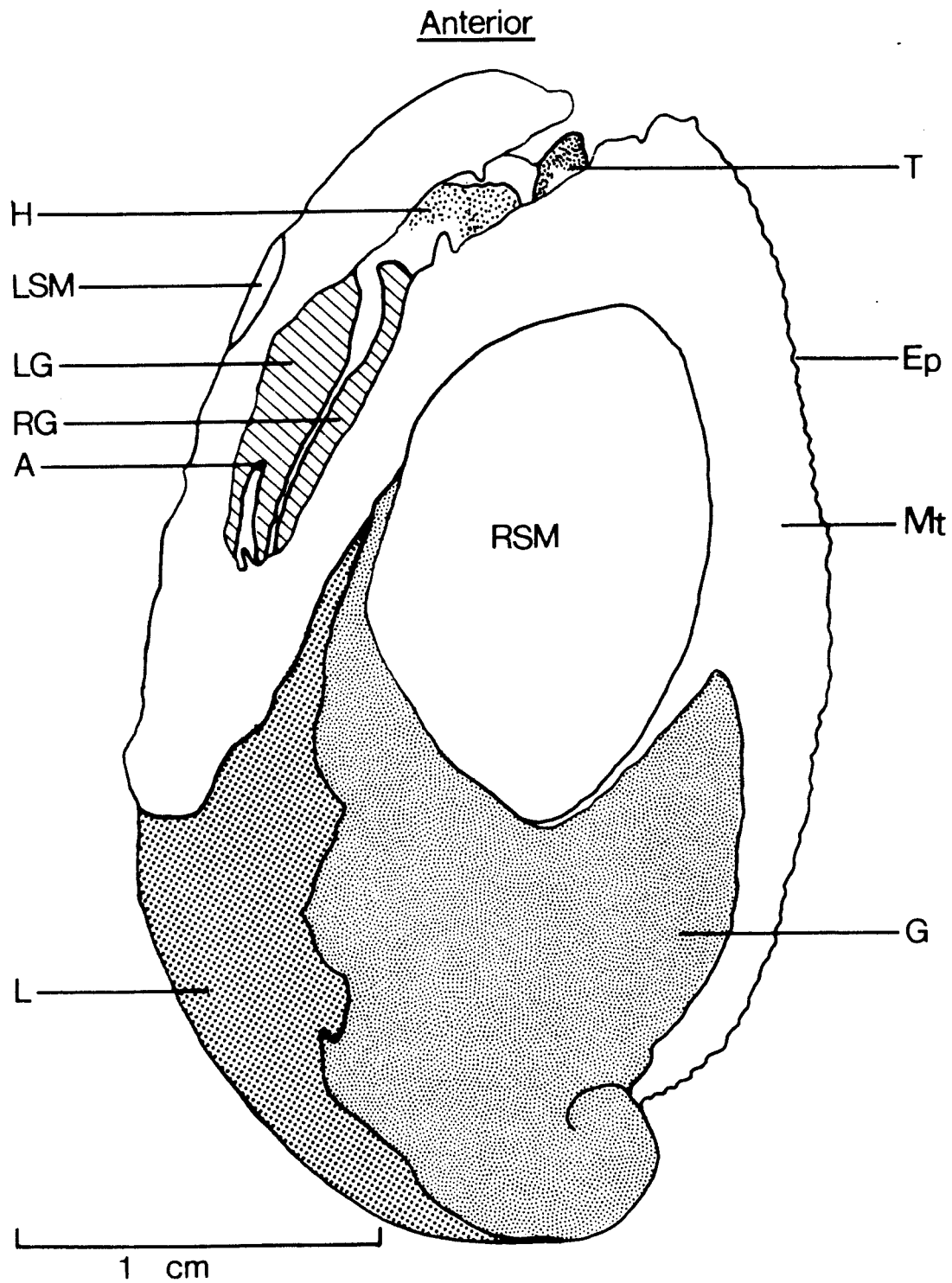


Fig. 1. The dorsal view of soft body of *Haliotis diversicolor*. T: Tentacle, H: Head, LSM: Left shell muscle. LG: Left gill, RG: Right gill, A: Anus, L: Liver, G: Gonad, Mt: Mantle, Ep: Epipodium.

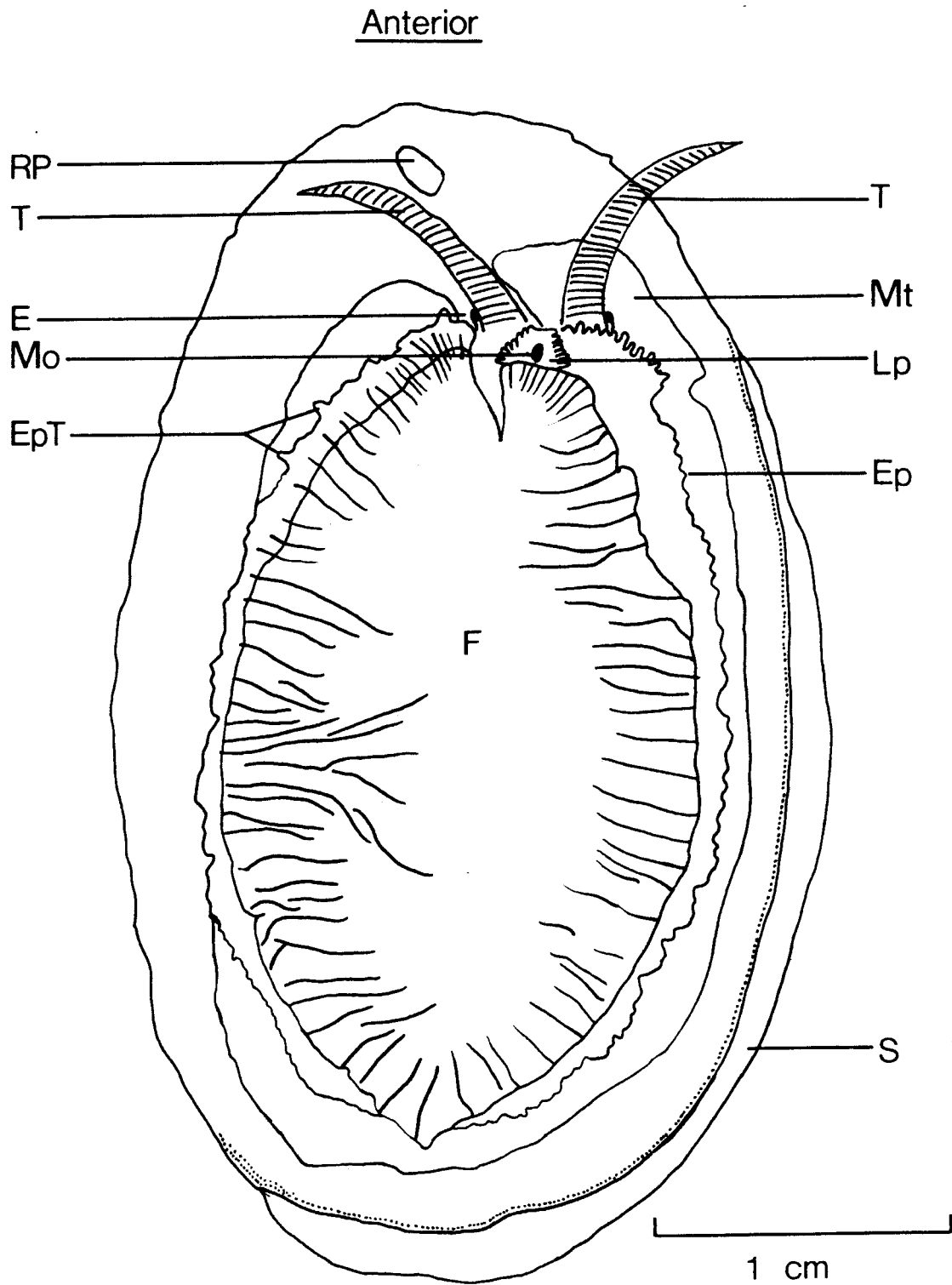


Fig. 2. The ventral view of *Haliotis diversicolor*. RP: Respiratory pore, T: Tentacle, E: Eye, Mo: Mouth, EpT: Epipodium tentacle, Mt: Mantle, Lp: Lip, Ep: Epipodium, F: Foot, S: Shell.

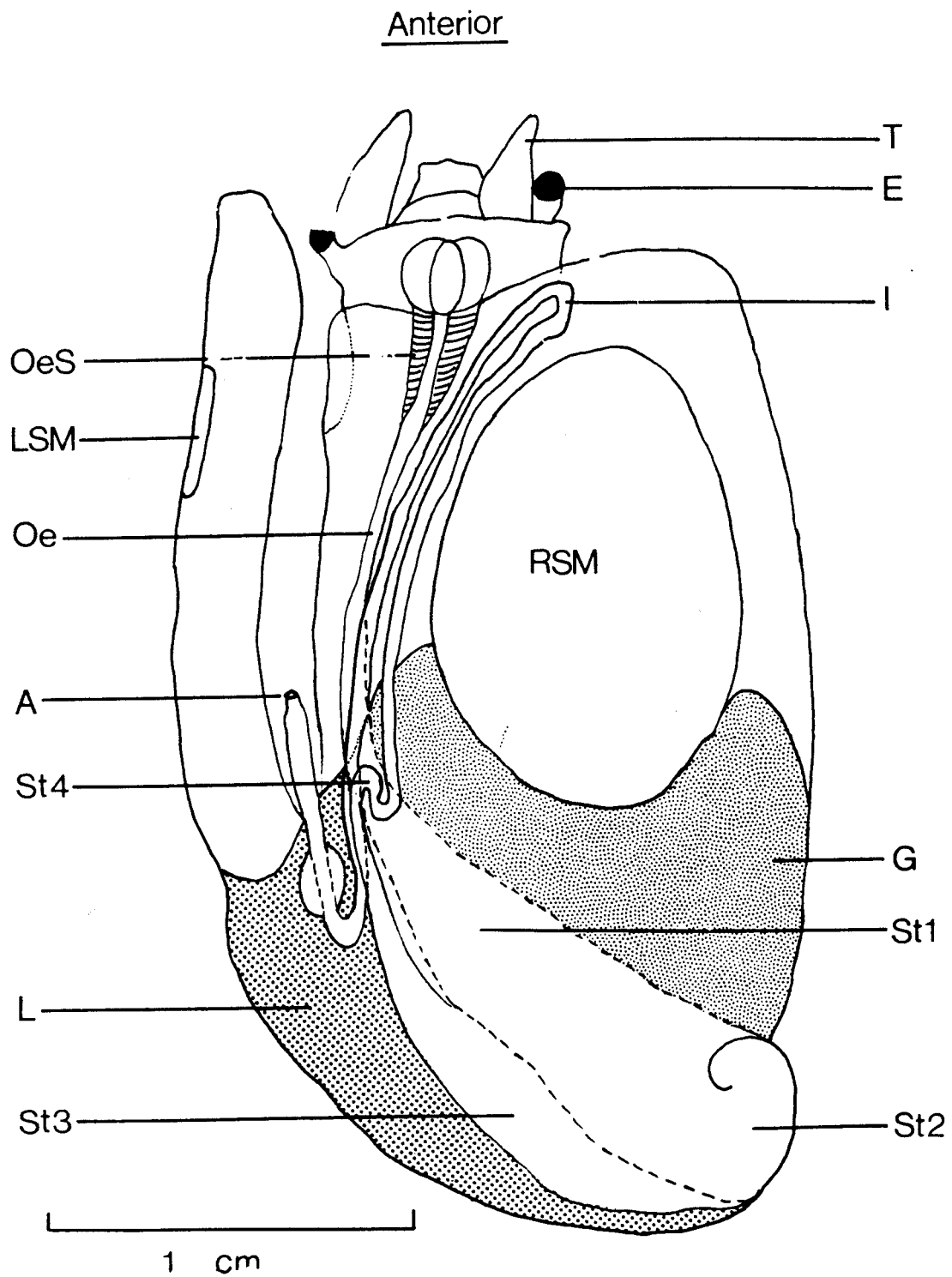


Fig. 3. Digestive system of *Haliotis diversicolor*. T: Tentacle, E: Eye, I: Intestine, G: Gonad, St1: the first stomach, St2: the second stomach, OeS: Oesophagus strip, LSM: Left shell muscle, Oe: Oesophagus, A: Anus, St3: the third stomach, L: Liver, St4: the fourth stomach.

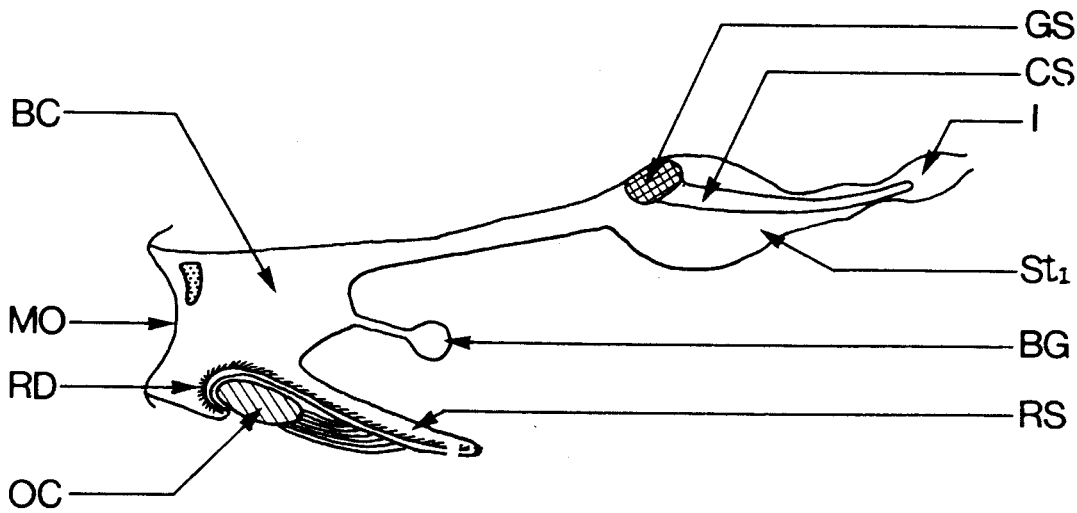


Fig. 4. The buccal cavity and the first stoach. BC: Buccal cavity, MO: Mouth, RD: Radulae, OC: Odontophore cartilage, GS: Gastric shield, CS: Crystalline style, I: Intestine, S: Stomach, BG: Buccal gland, RS: Radular sac.

中間齒位於每一齒舌列的中間位置，短小而扁平，左右對稱，數目只有一個，大小約0.26mm(Fig.5, Plate Ib)；側齒位於中間齒兩側左右對稱，一個鉗住一個，共有五個，形狀各不相同。中間齒旁的第一個側齒叫第一中側齒(CL1)，形狀鈍短，沒有尖狀突起，大小約0.3mm(Plate Ib)；緊臨第一中側齒的叫第二中側齒(CL2)，形狀如茄子，大小約0.35mm(Plate Ic)；位於第二中側齒旁的第三個側齒叫第一緣側齒(ML1)，具有尖狀突起，形狀如鉤，大小約0.5mm(Plate Ic)；位於第一緣側齒旁的叫第二緣側齒(ML2)，它和第一緣側齒一樣具有強壯尖狀突起，形狀如鉤，大小約0.5mm(Plate Ic)；位於第二緣側齒與緣齒間的側齒叫第三緣側齒

(ML3)，也具有尖狀突起，但較前二個側齒為小，大小約0.4mm(Plate Ic)；側齒的外側則連接55-65個緣齒，整個長度約0.7mm。在光學顯微鏡下，這些緣齒並沒有形態上的差別(Fig.5)，但在SEM觀察下，靠側齒的緣齒的末端具有葉片鋸齒狀的構造，而靠外側的緣齒則沒有這個特徵(Fig.5, Plate I)。由本節觀察九孔齒舌的齒式可以定為：55-65·5·1·5·55-65。

3. 食道(Oesophagus)

食道上接口吻部，下接胃，長度1.3cm，靠近口吻部處有二個瓣狀構造(Strips)，每瓣具雙面，雙面以一條脊連成一瓣(Fig.3)。

4. 胃(Stomach)

九孔具有大形的胃，下接小腸。可分為四個部份：

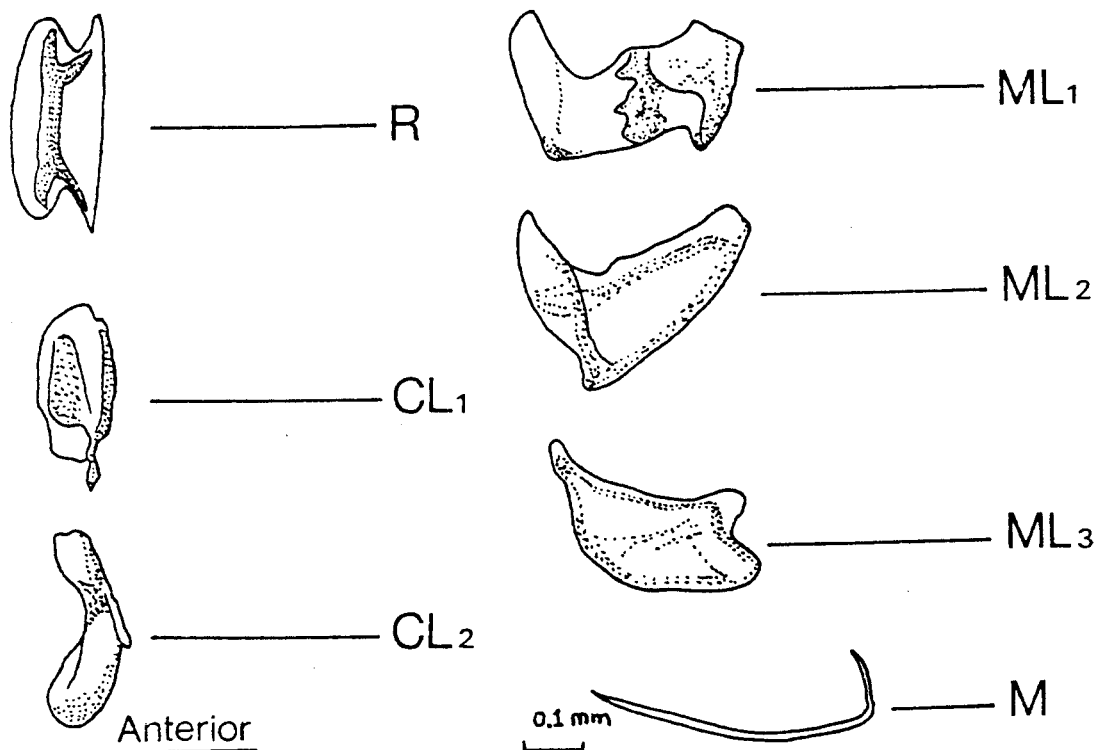


Fig. 5. Component of radulae of *Haliotis diversicolor*. R: Rachdian or central teeth, CL1: the first central lateral teeth, CL2: the second central lateral teeth, ML1: the first marginal lateral teeth, ML2: the second marginal lateral teeth, ML3: the third marginal lateral teeth, M: Marginal teeth.

(1)第一小胃(The first stomach, St1)

上接食道，下接第二小胃，為最靠近右殼肌的胃，又稱為嗉囊(Crop)，大小約0.9cm (Fig.3)，通常作為貯藏食物用，內有胃楯(Gastric shield) 與杵晶體(Crystalline style)，具有磨碎與消化食物之功能。

(2)第二小胃(The second stomach, St2)

上接第一小胃，下接轉折往前的第三小胃。大小約0.7cm (Fig. 3)。肝臟於此小胃有 6個開口。

(3)第三小胃(The third stomach,

St3)

第二小胃末端往體前端轉折的小胃稱為第三小胃，大小約1.5cm (Fig.3)

(4)第四小胃(The fourth stomach, St4)

上接第三小胃，下接小腸，為急速轉彎的部分，在4個小胃中最小，大小約0.3cm(Fig. 3)。

5. 肝臟(Liver)或稱消化腺(Digestive gland)

緊臨第一、二小胃(Fig.3)，沿右殼肌往體前端伸展成牛角狀，在生殖期時肝臟被綠色的卵巢或淡黃色的精巢

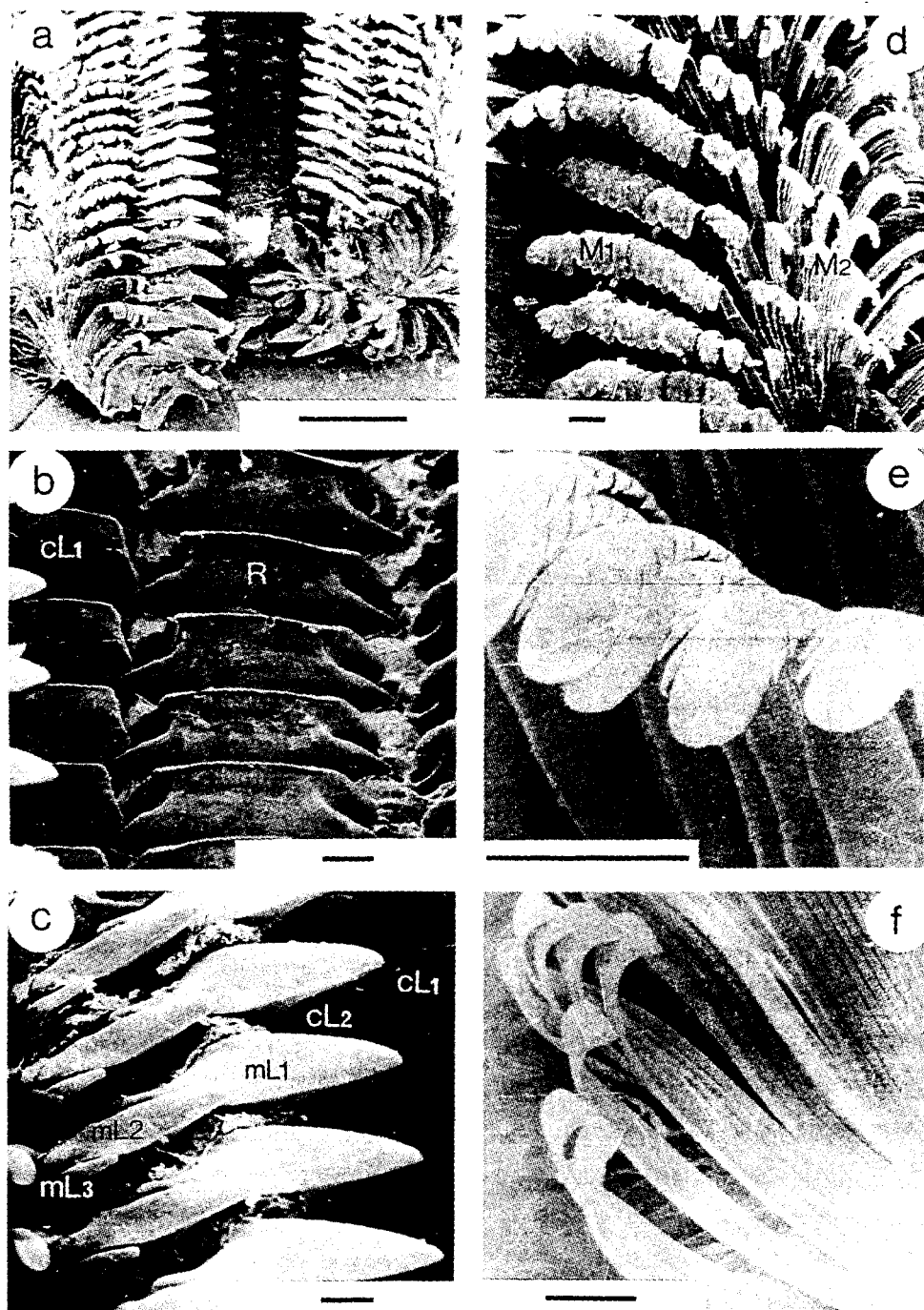


Plate I: The SEM micrographs of radula of *Haliotis diversicolor*.

a. The whole radular ribbon, 500µm.

b. Detail of a. shows the rachidian and the first central lateral teeth, 50µm.

c. Detail of a. shows the two central lateral teeth and three marginal lateral teeth, 50µm.

d. Detail of a. shows the marginal teeth, 50µm.

e. Detail of a. shows the marginal teeth M1, 50µm.

f. Detail of a. shows the marginal teeth M2, 50µm.

R: Rachidian, CL1: the first central lateral teeth, CL2: the second central lateral teeth, ML1: the first marginal lateral teeth, ML3: the third marginal lateral teeth, M1: type 1 marginal teeth, M2: type 2 marginal teeth.

所包裹，產卵，排精後，肝臟呈黑褐色。

6. 小腸(Intestine)

第四小胃之後即接小腸(Fig.3)，沿著右殼肌往上至頭部附近再轉折而下，一直到第三小胃的前三分之一，而後再往前逆轉穿過心臟，露出一段於外套腔中，最後是肛門(Anus, Fig.3)。廢物則由肛門排至外套腔(Mantle cavity)，再經由呼吸孔排至水中。九孔的小腸細小而長，為殼長的1.0-1.2倍。

(四)心臟(Heart)

心臟位於第四小胃左側，為小腸所貫穿，大小約0.2cm。心臟具有一心室二心房，為典型的軟體動物的心臟(Fig.3)。

(五)生殖腺(Gonad)

生殖腺是包圍著肝臟的外圍而發育(Fig.3)，其大小、顏色隨著成熟不同而異。台東成功區的九孔當8-12月的生殖季節時(Dai, 1988)，雄性的生殖腺為淡黃色；而雌性的生殖腺為深綠色，此時肝臟呈褐色。而在非生殖季節，生殖腺未發育時，則生殖腺呈暗褐色或土黃色。

四、討論

九孔具有相當原始特徵的殼，在原始腹足目的龍宮翁戎螺科的體螺層側有一長形裂隙，此裂隙為水流的出入口，廢物排泄及生殖細胞排出體外的通道。鮑螺科仍具有此原始的特徵，不過已由長形裂隙轉為一排的呼吸孔，位置在體螺層的邊緣，數目多少依種類及成長過程而有所變動。然而成長以後的呼吸孔數目則固定下來，依種類而不同，有3-10個左右的呼吸孔，而九孔的呼吸孔則有6-9個。

九孔的軟體部份具有一個大形右殼肌及一條退化的條狀左殼肌(Fig.1)，這是它的演化過程中，因為扭轉(Torsion)，為了保持平衡而發展的結果。而鰓之左右大小不同，即左鰓大，右鰓小，也可能是相同的原因。

生殖腺包圍著肝臟發育，當生殖季節來臨時，雌性生殖腺會呈深綠色，雄性生殖腺則呈淡黃色。當非生殖季節時，生殖腺則呈暗褐色或土黃色(戴 1988)。包在生殖腺裏的肝臟顏色會隨著所攝食的海藻而有橙、褐、綠色的變化(Croft 1929)。Ino(1952)認為肝臟有6個開孔通往第二小胃以幫助食物消化。

九孔的腹足具有皺紋，有助於緊緊地吸附在岩礁上或在水流湍急的地區活動。腹足肌肉邊緣的上足(Epipodium)具有許多突起，與較大的突起上足觸手(Epipodium tentacle)，當有物體碰觸時均引起強烈地收縮，可見它們是與感覺有關的器官。

九孔的消化系統具有多種草食性動物的特徵如下：(1)齒舌的中間齒既扁且短，有利於刮取岩礁藻類，而為數眾多的緣齒(55-65個)則有利於集中刮下的藻類碎屑。(2)具有發達的胃，分為四個部份，即第一小胃、第二小胃、第三小胃、第四小胃，其中第一、二小胃可以貯藏食物，及研磨食物並且自肝臟有消化液注入第二小胃幫助消化。(3)具有細長的小腸，為體長的1-1.2倍，可以較完全吸收食物的營養。

齒舌的構造不但可用來做種的判斷，也可做為屬的特徵(Wu 1965)，在系統分類學上也是甚為有用的形質之一。但是從前齒舌的製備工作十分耗時，費時約3-5天

左右，且需要多種化學藥品；但本實驗所使用的方法則有多項優點，可在半小時內完成整個步驟而且效果良好(Wu and Lin 1987)。

原始腹足目的龍宮翁戎螺的齒舌具一小形中間齒，一羣細小的側齒以及上百個小形緣齒所構成的扇舌型齒舌(Rhipidoglossa)(Tan 1974; Wang-Chu *et al.*, 1976)。九孔的齒舌形狀和龍宮翁戎螺大致相似。而扇舌型各個小齒的功能，可以作為下列解釋：細小而眾多的緣齒功用好像掃把，可以把食物集中起來；而側齒則用以固定鬆散而分枝的藻類，再經由舌咽軟骨的前後推送，使鈍而扁的中間齒能達到刮取海藻而完成攝食行為；因此對於草食性貝類齒舌的特徵，可以歸納為具一個小形而鈍扁的中間齒，配合小形但稍大的側齒以及數目甚多且細長的緣齒所構成，內側緣齒末端甚至可膨大而形成葉片鋸齒狀，以增加集中海藻能力(Wu and Lin 1987)。

五、謝辭

筆者感謝中央研究院動物研究所周延鑫所長及國立台灣大學漁業科學研究所郭欽明所長的支持與鼓勵。研究期間承台灣省水產試驗所台東分所有關同仁協助採集與標本處理，並得到中研院動物所廖國焱、劉秀平、孫琪等研究助理之協助，得以完成。本計劃獲得行政院國科會專題計劃(NSC-76-0201-B001-31)及農委會農業科技研究計劃(76農建-8.1-漁-37AC)經費補助，特此一併致謝。

六、參考文獻

- Croft, D. 1929. *Haliothis*. L.M.B.C. Memoirs, 29:1-174.
- Dai, R. S. 1988. Population biology of *Haliothis diversicolor* from Chen-kon, Eastern Taiwan. M. Sc. Thesis, Institute of Fishery Sciences, The National Taiwan University, 106pp. (Unpublished thesis)
- Ho, T. Y. 1959. A list of edible mollusks of Taiwan. *Rep. Ins. Fish. Biol. Min. Eco. Aff. N.T.U.*, 1(3):42-47.
- Ino, T. 1952. Biological studies on the propagation of Japanese abalone (Genus *Haliothis*). *Tokai Reg. Fish. Res. Lab.*, 5: 1-102.
- Kuo, H. 1964. *An Investigation on Taiwan Economic Molluscs*. Special issue No. 38, 104pp. Council of Agriculture, Taiwan, ROC.
- Kuroda, T. 1941. A Catalogue of molluscan shells from Taiwan (Formosa), with descriptions of new species. *Memoirs of the faculty of Science and Agriculture*. Taihoku Imperial University, 22(4):65-216.
- Liu, H. P. 1988. Population discrimination and reproductive ecology of *Meretrix* in Tan-shui and Lu-kang area. M. Sc. Thesis Institute of Fishery Sciences, The National Taiwan University, 159pp. (Unpublished thesis).
- Oba, T. 1964. Studies on the propagation of an abalone, *Haliothis diversicolor supertexta* Lischke I. On the development. *Bulletin of Japan Soc. Sci. Fish.*, 30(10):809-818.
- Tan, T. H. 1974. A preliminary study on the anatomy of *Pleurotomaria (Entemnotrochus) rumphii* Schepman. *Bull. Malac. Soc. China*, 1:15-20.
- Thiele, J. 1931. *Handbuch der Systematischen Weichtierkunde*. VI+1154. Neudruck der Ausgabe, Stuttgart, Germany.
- Wang-Chu, Y., Pan, Y. H. and Tang, B. Y. 1976. Scanning electron microscope study of the radular teeth of *Pleurotomaria rumphii*

- Schepman. *Bull. Malac. Soc. China*, 3:5—12.
- Wu, S. K. 1965. Studies of the radulae of Taiwan muricid gastropods. *Bull. Inst. Zool. Academia Sinica*, 4:95—106.
- Wu, W. L. 1986. Anatomy study on *Sanguinaria diphos*. *Proc. Taiwan Fishery Science Society*, 1986:31.
- Wu, W. L. and Chang, K. H. 1976. Statistical analysis of the yield of molluscs in Taiwan. *Bulletin of the Malacological Society China*, 3:79—94.
- Wu, W. L. and Lin, H. 1987. Studies on the radulae of Taiwan Molluscs I. Functional morphology of the radulae in four gastropods. *Bulletin of Malacology, Republic of China*, 13:51—61.

Anatomy on the Digestive System of *Haliotis diversicolor* (Gastropoda : Haliotidae)

Ren-shyang Dai and Wen-lung Wu

Institute of Zoology, Academia Sinica

The anatomy on digestive system of Taiwan abalone, *Haliotis diversicolor*, suggests that it has many herbivorous characteristics: (1) Base on light microscopy and scanning electron microscopy studies, the radulae of Taiwan abalone is belonging to rhipidoglossa type, i.e., there is a short, flat central teeth (Rachidian) and a numerous brushy marginal teeth. The radular formula of *Haliotis diversicolor* is $55-65 \cdot 5 \cdot R \cdot 5 \cdot 55-65$; (2) Four small but dominant stomach having functions of storage, grimming and digestion; (3) Slender intestine is 1.0 to 1.2 length of the shell length.