

再刊編號：6

Reprint No. 6

抽印自 中華民國貝類學報

第十四卷

Reprinted from

Bulletin of Malacology, ROC

Vol. 14, pp. 29-39, 1989

6

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

戴仁祥·巫文隆

Anatomy on the digestive system of *Haliotis diversicolor*
(Gastropoda: Haliotidae)

Ren-Shyang Dai and Wen-Lung Wu

農委會補助計畫編號：

76農建-8.1-漁-37AC

- 63 -

臺灣的九孔研究回顧與檢討

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，九孔。

Key words: Gastropoda—Haliotidae, Abalone.

一、前言：

九孔(*Haliotis diversicolor*)為臺灣重要經濟性食用貝類之一 (Ho 1959; 郭1964; 楊與陳1971; 巫與張1976)。它是屬於軟體動物門、腹足綱、原始腹足目、鮑螺科、鮑螺屬的一種。一般所謂的鮑魚亦屬於鮑螺科的一種。它們自古以來即名列八珍之一，在酒筵上，“鮑參翅肚”備受歡迎；且因蛋白質含量達12.1%，脂肪只有1.14%，為低脂肪高蛋白食物 (彭1986)，常被視為補品及食療珍品；在中藥上，它的殼研磨成粉，稱為“石決明”，有明目的功能，梁朝陶宏景的名醫別錄及明朝李時珍的本草綱目均詳述它的藥理作用；其殼具珍珠光澤，光彩奪目，為高級工藝品的原料；而鮑魚製成的明鮑及罐頭食品更是名貴，暢銷全球 (曾1985)。

九孔係棲息於岩礁海岸的貝類，所以它分布在本省的台北縣、宜蘭縣、花蓮縣、台東縣、澎湖縣與屏東縣等岩礁地區 (Kuroda 1941; 郭1964; 王1979)。本省過去關於九孔的研究較偏重人工繁養殖技術的開發與研究，而天然九孔之資源生物學方面的研究則較少。只有曾(1976)及曾

、林(1976)在本省東北角海岸對九孔的生殖生態與生殖腺組織上的研究；彭(1980)在花蓮磯碇地區從事九孔之年齡與成長的研究，而戴(1988)則對台東成功地區之九孔從事有關解剖、年齡與成長及生殖生態等方面的研究。為了解台灣九孔目前的研究情形，所以本篇報告乃針對過去本省有關九孔之分類地位、鮑螺的種類及九孔之分布、產量、生活史、人工繁殖、生態習性、食性及餌料、年齡與成長、生殖生態等作了全面性整理與評估，期能對將來九孔的研究有所助益。

二、九孔的分類地位及解剖

根據 Thiele(1931)，九孔在分類學上屬於：

Phylum	Mollusca
Class	Gastropoda
Order	Archaeogastropoda
Family	Haliotidae
Genus	<i>Haliotis</i>

的一種，本科的貝殼為圓形、橢圓或彎月形，殼上具有明顯的肋紋，有3~9個呼吸孔，可供排出精、卵及排泄廢物之用。九

孔(*H. diversicolor*)具有草食性動物的多項特徵，即(1)有扇舌型(Rhipidoglossa)的齒舌：具有短且扁平的中間齒(Central teeth or Rachidia)及為數眾多的緣齒(Marginal teeth)，齒式為55~65·5·1·5·55~65。(2)發達的四個小胃：有貯藏、研磨及消化食物之功能。(3)細長的小腸：約為殼長的1.0~1.2倍(戴1988)。

三、臺灣鮑螺科的種類

關於臺灣鮑螺科的分類報告有下列幾篇，一為Kuroda(1941)提出，他認為本科有四種，即*H. asinina*, *H. varia*, *H. discus*, 及*H. japonica*。他認為*H. diversicolor*、*H. aquatilis*、*H. supertexta*、*H. gruneri*等均為*H. japonica*的同種異名(Synonym)，同時*H. planata*也是*H. varia*的同物種名。

然而*H. discus*是寒帶的大型種，不應在本省出現，所以實際上Kuroda(1941)所提出的鮑螺應只有三種，即*H. asinina*, *H. varia*及*H. japonica*。另一篇為王(1979)提出，她認為本省有五種及一亞種，即*H. asinina*, *H. varia*, *H. planata*, *H. ovina*, *H. diversicolor diversicolor*, *H. diversicolor aquatilis*。而*H. diversicolor diversicolor*與*H. diversicolor aquatilis*只有肋紋粗細之別而已，其它特徵則完全相同。

根據Wagner and Abbott(1978)及Abbott and Dance(1982)的記錄，*H. varia*之螺塔比*H. planata*為高，而將二者視為不同的兩種。而*H. diversicolor diversicolor*與*H. diversicolor aquatilis*，雖然在肋紋上有粗細之別，但是也有中

間型出現。而戴(1988)在本省東北角與台東成功地區沿岸均可採到所謂的*H. diversicolor diversicolor*，*H. diversicolor aquatilis*及其中間型。在分類學上，通常認為同一地區不可能出現同一種的兩個亞種，所以這兩個亞種可以視為同一種，其學名應為*H. diversicolor*。

綜合上述結果，臺灣的鮑螺屬有五種，即*H. asinina*, *H. varia*, *H. planata*, *H. ovina*與*H. diversicolor*。其重要特徵比較於表1.中。

四、分布與產量

鮑螺盛產於溫帶地區，如日本、美國加州、南非洲、澳洲及紐西蘭等地(今井1971)。臺灣位於亞熱帶，因此所產的鮑螺種類少，體型也小。本省五種鮑螺科貝類的分佈如Fig.1，大部份分佈於本省東北海域、東部沿海、南部恆春半島及澎湖群島。全世界鮑魚的產量以墨西哥最多，年產量約在七千公噸以上，日本次之，而澳洲則正在積極開發中(曾1975)，臺灣的九孔產量也不斷增加(Table 2, Fig. 2)。

針對臺灣產的五種鮑螺在世界上的分布與在本省的分布簡述如下：

1. *H. asinina* Linné 1758

屬暖水性種類，英文名為Donkey's ear abalone，分布於西太平洋與南太平洋，即日本四國以南熱帶地區，沖繩島以南潮間帶(波部1984)與中國海南島，東西沙羣島和臺灣及澳洲、紐西蘭、馬來西亞、菲律賓等地(王1979；曾1985；Abbott and Dance 1982)。在本省則分布於台東縣和屏東縣恆春半島

Table 1. The comparison of five species of *Haliotis* in Taiwan

	形 狀	螺 層	長 寬 比	呼 吸 孔	殼 表 花 紋	螺 高	肋 紋
<i>H. usinina</i>	殼狹長且薄彎曲似耳狀	3	2.23	5 - 7	有雲片狀的紫褐綠等色彩及斑點分布	較高	具細肋紋愈近殼口愈不明顯
<i>H. ovina</i>	扁平卵圓	4	1.40	4 - 6	灰褐，赤褐，混雜黃色斑帶	較高	明顯
<i>H. varia</i>	卵圓形	3	1.30	5 - 6	殼表瘤狀突起殼色變異多	較高	較粗
<i>H. diversicolor</i>	橢圓	3	1.45-1.50	6 - 9	殼色紅棕，綠褐色	較高	明顯或不明顯均有
<i>H. planata</i>	卵形	3	1.35	4 - 5	殼色褐色	螺塔低平	明顯

(Kuroda 1941; Ho 1959; 王1979; Fig. 1)。

2. *H. ovina* Gmelin 1791

屬暖水性種類，英文名為Oval abalone，分布於西太平洋即日本紀伊半島到澳洲北部與中國海南島、西沙羣島、臺灣、菲律賓、澳洲等地 (Wagner and Abbott 1978; Abbott and Dance 1982; 曾1985)，而本省則分布於台東縣及屏東縣恆春半島(王1979)(Fig. 1)。

3. *H. varia* Linné 1758

分布於西南太平洋(Wagner and Abbott 1978)的中國沿海、臺灣、香港及印度與西太平洋的日本紀伊半島以南 (Wagner and Abbott 1978; Abbott

and Dance 1982)。在本省則分布於基隆、石城、蘇澳、屏東縣恆春半島及牡丹灣、澎湖、安平 (Kuroda 1941; 王1979) (Fig. 1)。

4. *H. planata* Sowerby 1883

為暖水性種類，英文名為Planate abalone, 分布於西太平洋如紀伊半島以南與菲律賓、中國大陸南方沿海、海南島和臺灣等地 (曾1985; 王1979; Abbott and Dance 1982)。在本省則分布於蘇澳、安平、澎湖和屏東縣牡丹灣(Kuroda 1941; 王1979; 曾1985) (Fig. 1)。

5. *H. diversicolor* Reeve 1846

屬暖水性種類，英文名為Small abalone, 分布於日本房總半島到九州

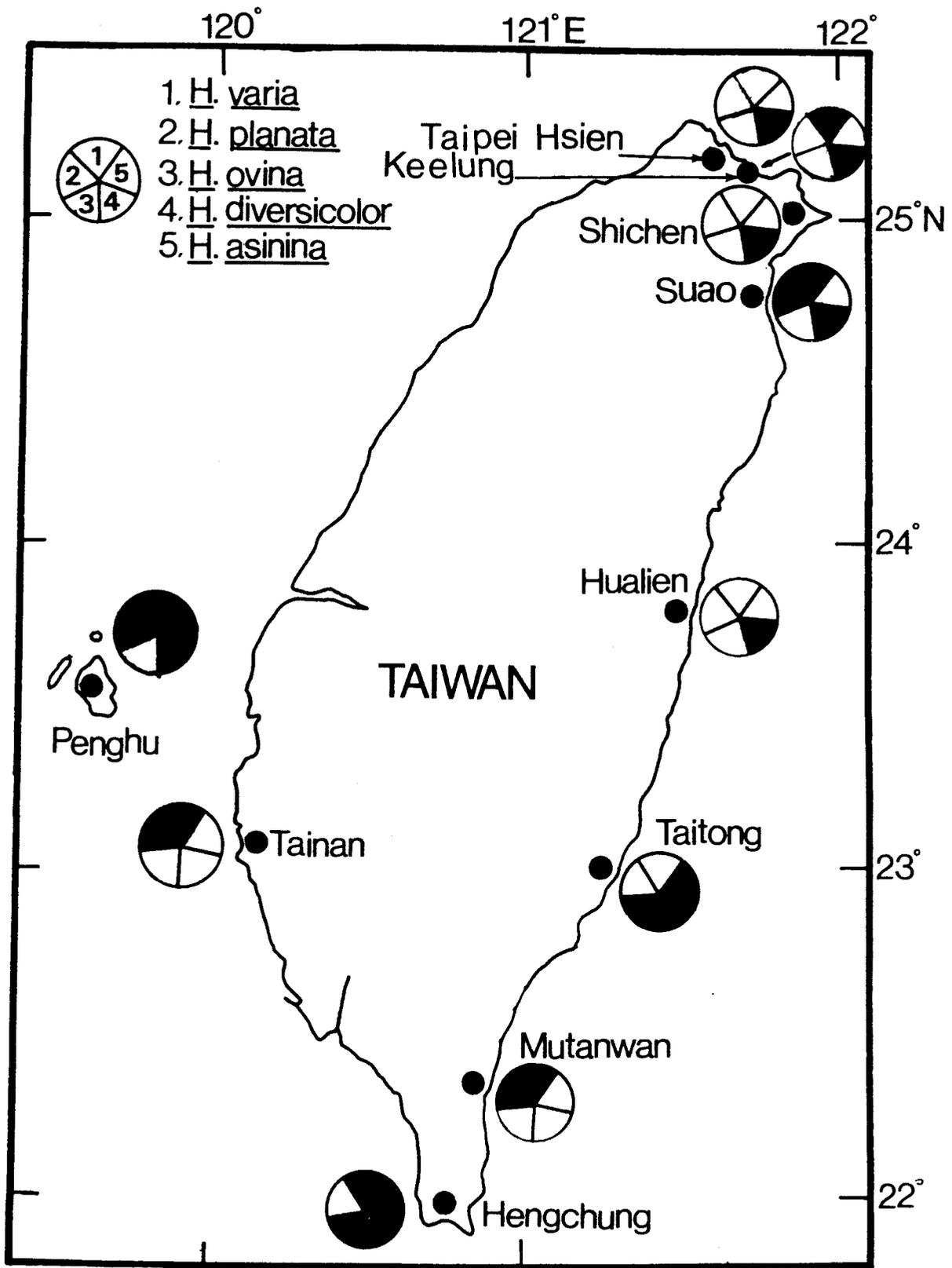


Fig. 1. The distribution of five species of *Haliotis* in Taiwan.

Table 2. The production of *Haliotis diversicolor* in Taiwan, 1953-1985.

Unit: M.T.

	Year							
	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960
台北縣	33.493	67.779	45.831	22.852	9.31	8.475	8.227	4.154
宜蘭縣	0.694	1.916	1.14	1.018	1.53	1.712	0.528	0.776
台中縣	0	0	0	0	0	0	0	0
台南縣	0	0	0	0	0	0	0	0
桃園縣	0	0	0	0	0	0	0	0
屏東縣	0	0	0	0	0	0	0	0
台東縣	7.173	3.225	0	7.93	4.68	4.92	5.736	6.079
花蓮縣	0.036	0	0	0	0	0	1.914	0.940
澎湖縣	0.28	1.36	0	1.081	0.69	0.79	0.612	0.460
基隆市	6.03	3.00	0	0	1.183	5.718	4.65	3.480
台北市	0	0	0	0	0	0	0	0
高雄市	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	47.706	77.28	46.971	32.881	17.393	21.615	21.667	15.889

資料來源：臺灣省漁業局漁業年報

(to be continued)

Table 2. (Continued)

	Year							
	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968
台北縣	20.181	7.615	2.717	1.800	16.904	5.000	4	7
宜蘭縣	1.246	2.449	5.364	2.563	1.972	2.000	2	2
台中縣	0	0	0	0.120	0	0	0	0
台南縣	0	0.090	0	0	0	0	0	0
桃園縣	0	0	0	0	0	0	0	0
屏東縣	0	0	0	0	0	0	0	0
台東縣	5.742	0	4.296	3.946	4.700	5.000	6	12
花蓮縣	0.449	0.819	0.491	1.969	3.567	2.000	7	0
澎湖縣	0.390	0	0	0	0	0	0	0
基隆市	4.230	3.900	4.260	3.680	3.290	3.000	3	5
台北市	0	0	0	0	0	0	0	0
高雄市	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	32.238	14.873	17.128	14.078	30.433	17.000	22	26

資料來源：臺灣省漁業局漁業年報

(to be continued)

ABALONE PRODUCTION, 1956-1985

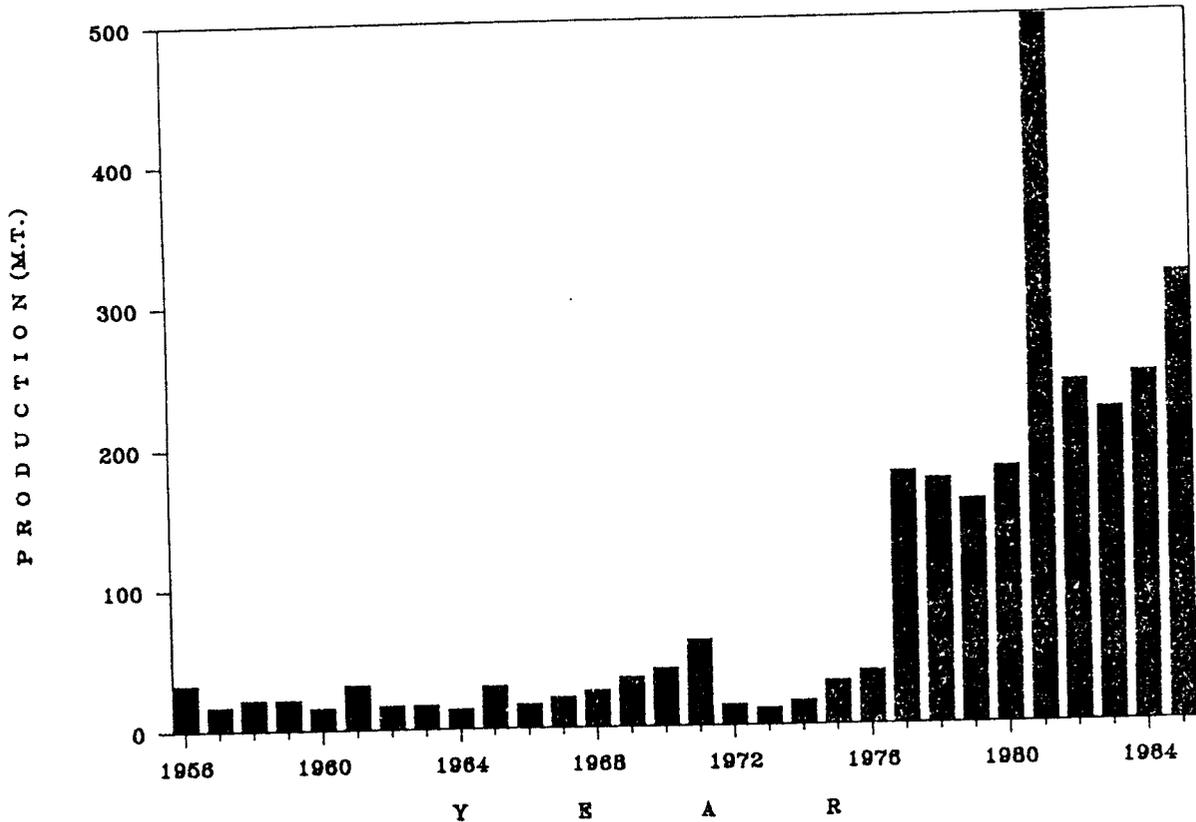


Fig. 2. The production of abalone, data from Fisheries Yearbook, 1956-1985 in Taiwan area.

、朝鮮半島南部、中國南部沿海臺灣等暖海流域及廣東、香港和澳洲等地(Abbott and Dance 1982; 曾1982)。在本省則分布於北海岸、東海岸、屏東縣恆春半島及澎湖(Kuroda 1941; 王1979)(Fig. 1)。本省以此種產量最多。

五、本省各地鮑螺的貝類相

根據有關本省貝類以往的紀錄(Kuroda 1941; Ho 1959; 郭1964; 王1979; 曾1985)可以歸納出產於本省各地鮑螺的貝類動物相如下(Fig. 1):

台北縣有 *H. diversicolor* 一種。
宜蘭縣(尤指石城、蘇澳一帶)有 *H.*

varia, *H. planata* 及 *H. diversicolor* 等三種。

花蓮縣有 *H. diversicolor* 一種。

台東縣(包括蘭嶼、綠島)有 *H. asinina*, *H. ovina*, *H. diversicolor* 等三種。

屏東縣(包括恆春半島與牡丹灣)有 *H. asinina*, *H. ovina*, *H. varia* 及 *H. diversicolor* 等四種。

澎湖羣島有 *H. asinina*, *H. varia*, *H. planata* 及 *H. diversicolor* 等四種。

台南安平有 *H. varia*, *H. planata* 等二種。

六、生活史與人工繁殖

九孔的精卵在水溫 $24 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，鹽度34‰，受精後9小時45分達擔輪子期(Trochophore stage)；72小時後吸附於底質為匍匐期(Creeping stage)之開始；第30天其第一呼吸孔開始形成，此時殼長可達1.8mm (朱1984)。如果餌料充足，在人工養殖環境下，1個月殼長可達3mm，2個半月則可達15mm，11個月達35.5mm，一年則達40mm (陳與楊1979)；若在天然環境生長，1年可達40.60mm，2年可達58.10mm，3年可達69.60mm，4年可達77.89mm，5年可達84.89mm (彭1980)。

本省九孔產量在民國64年因人工繁殖技術的開發成功而產量大增，其後均保持

極高水準，都在150公噸以上。而在民國70年甚至達499公噸(Figs. 2、3, Table 2)。

一般九孔促進產卵排精的方法，有乾出法、紫外線照射海水及持續加溫後降溫等方法(Chen 1984)使九孔受到刺激而排卵、排精，而後將精卵分別收集後，再予以受精。由於精子活性只有24小時，所以精子保存時間不可能太久，否則產生不正常幼生的百分率會增加(林1984)，受精後再多次洗卵，以減低死亡率(林1984；陳與楊1979)；受精卵在孵化4天後便能附著浪板，孵化率可達95%，而後若加以施肥，即添加矽藻或綠藻，可以使附苗數由每張附苗板(60cm × 45cm)的九孔苗由

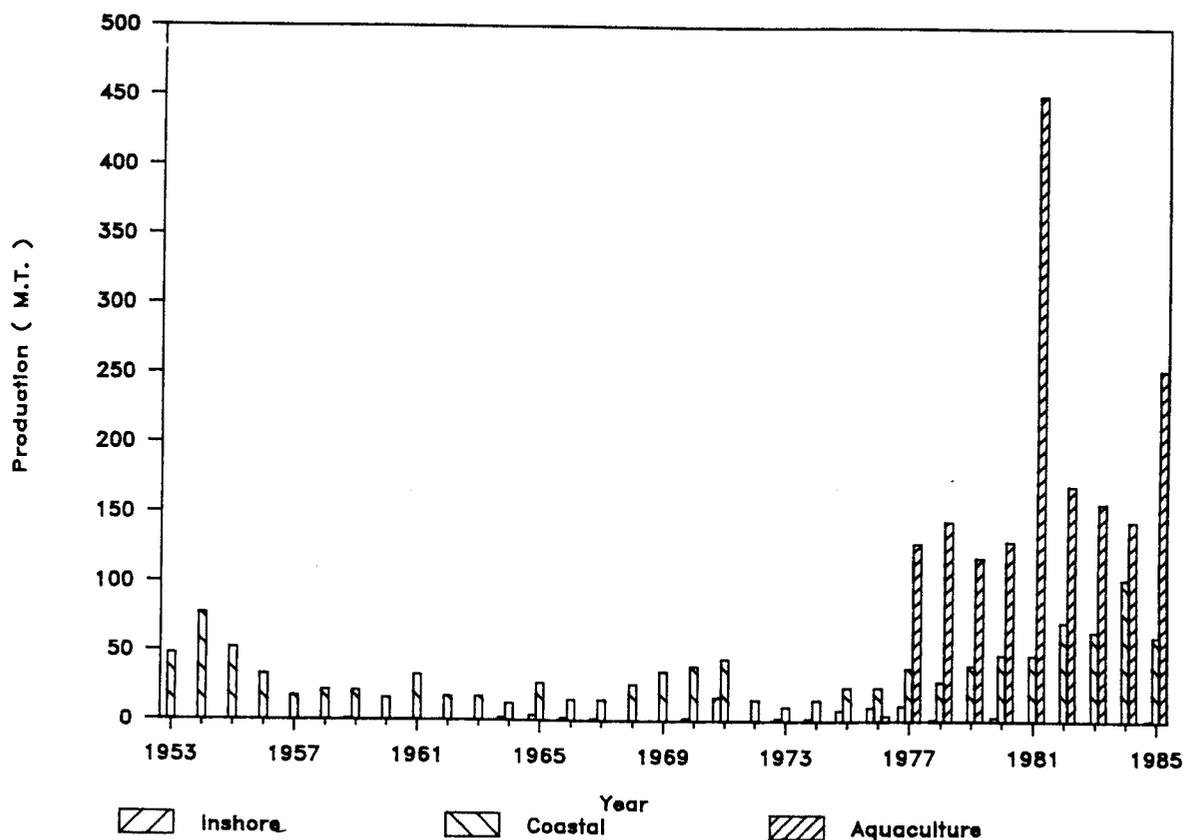


Fig. 3. Abalone fisheries in Taiwan, data from Fisheries Yearbook, 1953-1985 in Taiwan area.

150粒提升到430粒，約為2.86倍（林1984；林1986）一星期後便可移到室外，繼續予以大型藻類（石蓴或龍鬚菜）餵養，直到成貝出售只要3-4個月（陳與楊1979；楊1979；曲1981；林1984；楊與丁1984；廖1979）。

影響活存率的重要因素包括溫度、鹽度（陳與楊1979；楊1979）。在受精卵至附著這一期間，九孔對環境條件特別敏感（楊與陳1984），經試驗結果受精卵胚胎發育最適溫度為22-23°C，鹽度為32-34‰，所以在臺灣人工繁殖最適的時間是在10-12月（楊與陳1984），此時的溫度在20-26°C，鹽度在33-34‰；受精後6-7天之溫度為22-28°C，鹽度為27-37‰；種貝及成貝時溫度在23-28°C，鹽度在25-35‰。但水溫在7°C以下或28°C以上就停止攝餌（楊與丁1984），若以溶氧來考慮，則在溫度25°C，鹽度30‰和33‰時有最低的致死溶氧量(5ppm)，此時較適九孔成貝生活（劉1983）。

由於人民需求殷切及高價，與技術的提升、水質管理良好、餌料供應充足與方便及對天敵(Predators)的控制良好，才會使得九孔的人工繁養殖發達；但九孔也有其限制，即工業廢水的污染、水源供應不便、海岸地的管制以及缺乏外銷市場(Chen 1984)，因此為了九孔養殖持續的發展，則必須在環境保護、水源供應、海岸地使用限制及外銷市場開發等問題上謀求改進與突破。

七、生態習性

1. 棲所

九孔對其生活環境條件較為敏感，

喜好沒有河川影響、水流湍急、透明度大、溫度較高、潮汐交流良好的岩礁地區（勝谷等1969）。對於岩礁地形則又較喜愛巨礁及複雜地形，有利於藏匿與躲避天敵。棲息環境以蟹、蝦類、底棲魚類、海參和某些螺類較多，而較少與海膽或海星類共存（彭1980）。一般生活在水深0-10公尺，體型與年齡大的個體多棲息於較深處（曾1985；彭1980）。

而本省九孔的蓄養設施沿革最早是竹簍型，最近是築堤型、陸上池及室內池（林1964；曾1977）的蓄養環境也都盡量參考自然環境的條件來蓄養。

2. 活動

鮑螺定居性強，足部寬大，一旦用力吸附在岩礁上任憑特大風浪及湍流也難以將之擊落，且因它具有非常敏感觸手與觸丘等感覺器官，想捕捉則必須乘其不備。在夜間時九孔則會出外覓食；冬季水溫低時向深水處移動；春夏季時則向淺處移動；在產卵季節時則移向淺處且有集聚的現象（今井1971）。

八、食性及餌料

九孔受精卵剛孵化時以蓄積的卵黃維生，浮游期後期及初期附著的九孔以口緣纖毛撥動水獲得植物性浮游生物為食，此時齒舌尚未形成（朱1984）；在匍匐期纖毛消失，齒舌漸漸發育完成，此時以小型附著性矽藻為食，例如舟形矽藻(*Naviculata* sp.)及卵形藻(*Cocconeis* sp.)（曾1985）；出現第一呼吸孔時之九孔以附著性舟形矽藻（例如*Naviculata* sp.）、小型底棲生物單胞藻、微小的有機碎屑、質地柔軟的藻類配子體及孢子體為食；稚

貝(0.5-1.0cm)以柔軟的海帶、虎苔(毛髮藻)及裙帶藻的幼芽為食(曾1985);成貝(5-6cm以上者)以大型藻類為主,而對藻類的嗜食性則依次為褐藻、綠藻及紅藻(江與賴1974),但因以上天然養殖用藻類的供應很容易受到天候、產地、產量、運費、貯存及品質等因素變動之影響,很難掌握它的供應,所以便發展出以黃豆粉、米糠及酪蛋白為蛋白質源的飼料來餵養,其中以黃豆粉較佳(駱與陳1984),但究竟人工飼料的發展是否能為民間所接受,則尚待評估。

九、年齡與成長

天然九孔的年齡與成長方面的研究有曾(1977)在臺灣東北角、彭(1980)在花蓮磯碕及戴(1988)在台東成功地區之研究。在體重與殼長的關係上,曾(1977)提出 $W = 0.1149 L^{3.0394}$ (gm, mm);彭(1980)提出 $W = 1.0 \times 10^{-4} L^{2.9931}$ (gm, mm);戴(1988)提出 $W = 4.15 \times 10^{-5} L^{3.2210}$ (gm, mm)。經比較發現台灣東北角的九孔肥滿度較花蓮及台東地區高,而花蓮與台東兩地區的九孔肥滿度相似。

彭(1980)提出花蓮磯碕地區九孔的成長方程式(Von Bertalanffy growth equation)為 $l_t = 100.0 [1 - e^{-0.3391(t+0.5245)}]$;一歲到五歲的平均殼長分別為40.6 mm, 58.1mm, 69.8mm, 77.9mm及84.9mm;極限體長(L_{∞})為100.0mm。而戴(1988)提出台東成功地區九孔的成長方程式為 $l_t = 97.18 [1 - e^{-0.2890(t+0.9928)}]$;一歲到四歲的平均殼長分別為42.63, 56.58mm, 66.13mm及74.30mm;極限體長為97.18mm。彭(1980)及戴(1988)所提的體重成長方程式分別為

$$W_t = 96.99 [1 - e^{-0.3391(t+0.5248)}]^{2.9936} \text{ 及}$$

$$W_t = 104.72 [1 - e^{-0.2890(t+0.9928)}]^{3.2210}。$$

台東成功區九孔的輪紋形成時期在10~2月,且一年形成一輪。

對於九孔年齡的判別,以殼上的生長輪紋為主,經由直接觀察、X-ray、加熱或強酸處理等方法讀取(彭1980),而直接觀察法與X-ray、加熱法結果相當一致;強酸處理並沒有使得輪紋判讀較為容易,戴(1988)亦採用直接觀察法來判讀生長輪紋。

十、生殖生態

本省九孔生殖生態方面的報告只有曾(1976);曾與林(1976)在東北角與戴(1988)在台東成功區的研究,其各項結果如下:(1)生殖細胞的發育:卵子的發育可分為七期,即卵原細胞期、染色核仁期、無卵黃球期、油球期、初級卵黃球期、次級卵黃球期與成熟細胞期;精子的發育則可分為五期,即精原細胞期、初級精母細胞、次級精母細胞、精細胞期與精子期。(2)生殖腺發育階段:雌雄生殖腺的發育階段皆可分為恢復期、前成熟期、成熟期、排精或排卵期與排精或排卵末期。(3)性比:東北角的九孔性比不因季節不同而有顯著差異,即雌雄比為1:1,而台東成功區的九孔性比在生殖季節(8~12月)為1:1。(4)生物最小成熟體長:在東北角為3.0~3.5 cm,在台東成功區則為2.67 cm。推測為溫度所造成的結果。(5)產卵期:在東北角有關九孔的產卵期,有曾(1975)提出6-9月,曾(1976)提出6-10月及曾與林(1976)提出8-11月等三種不同說法;戴(1988)提出台東成功區九孔之產卵期為8-12月,產卵

高峯期為9-11月。

東北角地區因天然景觀維護的重視，使得九孔養殖業的發展受到限制，而東部地區每年九孔產量均持續增加(Fig. 4)，且岩礁地形多，水質良好，實具有相當發展的潛力。

十一、討論

臺灣的鮑螺科共有五種，即

H. asinina Linné 1758

H. ovina Gmelin 1791

H. varia Linné 1758

H. planata Sowerby 1883

H. diversicolor Reeve 1846

其中又以九孔(*H. diversicolor*)產量最多，但它的學名因本省學者引用常常不同，所以一直十分混亂。鑒於此，今後實有必要對各種分類目錄所提及的九孔做進一步的外部型態觀察與電泳、電鏡等方面的研究，以確定種類的鑑定是否客觀合理而正確。

鮑螺是岩礁性貝類，所以只分布在本省的北部、東部、屏東縣恆春半島及澎湖等地，而在本省鮑螺的分布圖(Fig. 1)中，台北縣只有一種，即*H. diversicolor*，值得懷疑，因為本實驗期間曾在台北縣貢寮地區採得具有白色斑帶的*H. ovina*，所以過去文獻顯然有所遺漏，值得再作進一

ABALONE PRODUCTION IN TAI-TUNG

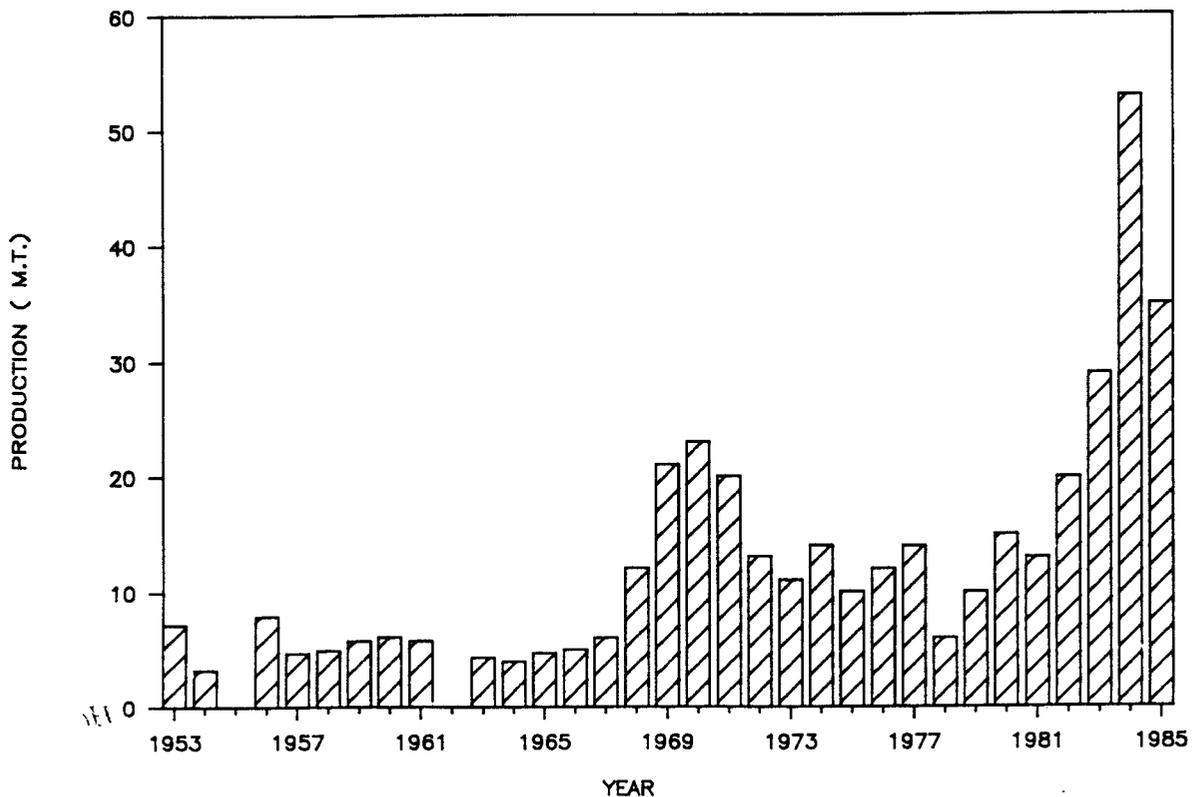


Fig. 4. Production of *Haliotis diversicolor* in Taitung area, data from Fisheries Yearbook 1953-1985 in Taiwan area.

步的探討。

在九孔生活史方面的研究已有詳細的紀錄。在生活史過程中，比較重要的是浮游期的長短及餌料的供應。前者會影響存活率，後者會影響生長的速度、抵抗力的強弱，這兩個因子在天然環境中特別重要，因為天然環境變動大不易控制，若浮游期太長，則冒險機率變大(Morse and Morse 1984)；而食物之充足與否，不但影響生長速度甚至遲緩生殖腺的發育(Uki and Kikachi 1984)。

人工繁殖技術雖已確立，但仍有一些限制，即污染、水源、海岸地、外銷市場等，將來勢必要在這幾方面有所突破，才可能提高產量、擴大市場。

九孔殼的顏色受到所食藻類的影響(Ino 1952)，而藻類化學成分和九孔生理機構的關係對殼色的影響等問題則有待進一步的研究。

在年齡與成長方面，有彭(1980)與戴(1988)分別對花蓮磯碕地區及台東成功地區九孔做較完整的研究，而東北角九孔則有曾(1977)對體重與殼長之關係做了描述。

在生殖生態方面的研究，東北角九孔在產卵期方面有不同的說法，即曾(1975)提出6-9月；曾(1976)提出6-10月；曾與林(1976)提出8-11月。因此有關東北角九孔之產卵期實值得做更進一步的追蹤調查。

總而言之，九孔資源生物學方面的研究，雖然在東北角及花蓮、台東三地區有了初步的結果，但內容仍未完整，且在其他重要產區如屏東恆春半島與澎湖地區仍尚未有資料，實值得對本省的九孔做更廣更深入的研究，以期建立完整詳備的台灣

九孔資料。

十二、謝辭

本研究承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，執行期間由中央研究院動物所劉秀平，廖國焱等研究助理的協助。研究經費承蒙行政院農業委員會農業科技研究計劃(76農建-8.1-漁-37A)補助特此致謝。

十三、參考文獻

- 郭河 1964. 臺灣經濟貝類調查. 中國農村復興聯合委員會專刊, 38: 86-87。
- 楊鴻嘉、陳同白 1971. 臺灣重要食用魚介圖說. 中國農村復興聯合委員會專刊, 10:82。
- 巫文隆、張崑雄 1976. 臺灣經濟貝類產量分析. 中國貝誌, 3:79-94。
- 彭昌洋 1986. 貝中珍饈:九孔. 農業周刊, 12(40):13-18。
- 曾文陽 1985. 鮑魚養殖學. 養殖世界雜誌社, 191pp。
- 王瑛 1979. 臺灣產的鮑螺科. 臺灣省立博物館科學年刊, 22:151-155。
- 曾萬年 1976. 臺灣產九孔貝生殖生態之研究. 臺灣水產學會刊, 5(1):24-32。
- 曾萬年、林芳郁 1976. 九孔生殖腺成熟之組織學研究. 中國貝誌, 3:35-45。
- 彭秀琴 1980. 花蓮產九孔(*Haliotis diversicolor supertexta* Lischke)年齡與成長的研究. 台大海洋研究所碩士論文。

- 戴仁祥 1988. 台東成功區九孔(*H. diversicolor*)之資源生物學. 台大漁業科學研究所碩士論文。
- 曾萬年 1975. 臺灣九孔養殖之展望. 中國貝誌, 2:63-67。
- 朱麗馨 1984. 九孔的胚胎發生及加速幼苗成長之研究. 中山大學海洋生物研究所碩士論文。
- 陳弘成、楊鴻禧 1979. 九孔之人工繁殖. 中國水產, 314:3-9。
- 林天生 1984. 九孔人工繁養殖研究. 臺灣水產試驗所試驗報告, 36:51-55。
- 林天生 1986. 九孔附苗期施肥試驗. 臺灣水產試驗所試驗報告, 41:23-28。
- 楊鴻禧 1979. 九孔人工繁殖之研究. 中國文化學院海洋研究所碩士論文。
- 曲敬正 1981. 九孔繁殖之基礎研究. 臺大動物研究所碩士論文。
- 楊鴻禧、丁雲源 1984. 臺灣南部養殖九孔可行性之探討. 臺灣水產試驗所試驗報告, 37:145-154。
- 廖為政 1979. 水產養殖. 豐年社, 211-217。
- 楊鴻禧、陳弘成 1984. 溫度及鹽度對九孔胚胎發育之影響. 中國文化學院海洋彙刊, 21:78-84。
- 劉莉蓮 1983. 溫度與鹽度對九孔致死之研究. 中山大學海洋生物研究所碩士論文。
- 勝谷邦夫、謝錫欽、黃丁郎 1969. 龍蝦九孔的蓄養調查. 中國水產, 198:14-15。
- 林書蓀 1964. 九孔之蓄養調查及低溫乾燥試驗. 中國水產, 138:13-16。
- 曾萬年 1977. 臺灣九孔貝成長與蓄養環境之關係. 中國水產, 292:2-7。
- 江永棉、賴春福 1974. 九孔之嗜食性研究. 中國水產, 284:6-7。
- 駱秋燕、陳茂松 1984. 各種飼料蛋白質對九孔成長之影響. 臺灣水產試驗所試驗報告, 36:56-61。
- 今井丈夫 1971. 淺海完全養殖. 恆星社厚生閣版, 468pp。
- 波部忠重 1984. 貝 I-學研生物圖鑑. 學習研究社株式會社。
- Abbott, R. T. and Dance, S. P. 1982. *Compendium of Seashells*. E. P. Dutton, Inc. New York, 23-27.
- Chen, H. C. 1984. Recent innovations in the cultivation of edible molluscs in Taiwan, with special reference to the small abalone, *Haliotis diversicolor* and the hard clam *Meretrix lusoria*. *Aquaculture*, 39:11-27.
- 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 *Haliotis*). *Tokai Reg. Fish. Res. Lab.*, 5:1-102.
- 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.
- Morse, A.N.C. and Morse, D. E. 1984. Recruitment and metamorphosis of *Haliotis* larvae induced by molecules uniquely available at the surface of the surface of crustose red algal. *J. Exp. Biol. Ecol.*, 75:191-215.
- Thiele, J. 1931. *Handbuch der Systematischen Weichtierkunde*. VI+1154. Neudruck der Ausgabe, Stuttgart, Germany.
- Uki, N. and Kikachi, N. 1984. Regulation and spawning of an abalone, *Haliotis* (Gastro-

poda) by external environmental factors.
Aquaculture, 39:247-261.

Standard Catalog of Shells, American Malacologists. P. 00.201-00.205.

Wagner, R. J. L. and Abbott, R. T. 1978.

Historical Review and Outlook on the Studies of Abalone from Taiwan

Ren-shyang Dai and Wen-lung Wu

Institute of Zoology, Academia Sinica

The Taiwanese abalone (*Haliotis diversicolor*) is one of the important edible molluscs in Taiwan, therefore the studies on Taiwan abalone usually focused on the artificial propagation. However, not many articles described the population dynamics and biology of Taiwan abalone from the natural environment.

There are five species of abalones in Taiwan, i.e. *Haliotis diversicolor*, *H. varia*, *H. planata*, *H. ovina* and *H. asinina*. They generally distribute in sublittoral areas of Taipei Hsien, I-lan Hsien, Hualien Hsien, Taitung Hsien, Pingtung Hsien and Penghu Hsien (the Pescadores) in Taiwan:

The relationships between shell weight and shell length of the Taiwanese abalone are $W=0.1149L^{3.0394}$ in the northeastern Taiwan, $W=1.0 \times 10^{-4} L^{2.9931}$ in Hualien Hsien and $W=4.15 \times 10^{-5} L^{3.2210}$ in Taitung area. The von Bertalanffy growth equations of the Taiwanese abalone are $l_t=100.0 [1 - e^{-0.3391(t+0.5245)}]$ in Hualien Hsien and $l_t=97.18 [1 - e^{-0.2890(t+0.9928)}]$ in Taitung area.

The spawning season of Taiwanese abalone in the northeastern area and Taitung area are from August to November and from August to December respectively. The biological shell minimum length of the Taiwanese abalone is 3.0-3.5cm in the northeastern area and 2.67cm in Taitung area. Sex ratio is 1:1 in the northeastern throughout all year and the same value in Taitung area during the spawning season.