

# 台灣海膽的生態調查及其生殖腺加工

## 海膽醬研究—1

彭紹楠、刁勝賢

The Ecology of Taiwan Sea-Urchin Research and Study on  
the Processing of Sea-Urchin Picked from its Gonad—(1)

By

Shaw-nan Peng and Sheng-hsien Tiao

### 一、緒 言

本省海膽之生殖腺之採捕量據統計，民國55年僅為4公噸，而民國58年竟增加至46公噸，大部分產於澎湖縣。海膽新鮮生殖腺（主為卵巢）除少部分供佐膳外，餘均加工為海膽醬（半製品）外銷日本，外銷數量去（58）年約有40公噸之鉅，因此，澎湖沿岸漁民孺利用漁閑期，下海採捕海膽及剖殼採取生殖腺，視為一種副業，增加漁家收入很多。

查海膽生殖腺在加工海膽醬醱酵中，屢遭異狀醱酵致成品變色、變敗，失去商品價值頗鉅。海膽生殖腺（卵巢或精巢）呈色有紅橙色、黃色、黃白色、褐色等之差別，與海膽種類、雌雄、季節、食餌、生長期、成熟期、產卵期、產卵後等似有關係。澎湖地區的海膽採捕加工，散處各偏僻漁村，又時值炎熱夏季，其醱醬加鹽量為10%，以及加15%酒精量為防止變敗，但難以完全防止其變色、變敗，此為外銷日本屢遭退貨原因之一。

因此，探求海膽生態及生殖腺（卵巢或精巢）色素性狀、化學成份等，以資研究處理海膽醬異狀醱酵防止方法，是一個重要的問題。茲將自民國58年8月至59年11月所得調查試驗結果，列述如次：

### 二、試 驗 方 法

海膽原料自澎湖縣白沙鄉通梁、後寮、屏東縣恒春鎮南灣、尖山、台北縣澳底及野柳等地採取之，在各產地，每月一次（農曆1日或15日前後、日間于潮時期）在一定海區採取海膽各種20個，測定海膽每個體的全重量、殼高、殼徑、生殖腺重量、食餌、生殖腺色澤。同時並將海膽生殖腺各分別浸漬保存液（苦味酸、福麻林、醋酸、混合液），連同測定表寄回研究室以利檢鏡鑑定雌雄別及成熟度，並予整理統計地區別、種類別、月別之生殖腺指數、肥滿度、殼高殼徑比等。如此辦理整年，始得明瞭各地區海膽生態變化，藉為加工原料基本學上之參考。

次依海膽的種類、性別、季節、棲息地區、食餌、成長期、成熟期、產卵期、產卵後等事項，調查與生殖腺（卵巢或精巢）之呈色關係，同時各分別抽出色素物質，測定色素性狀上之差異，而鑑定色素類，次分析其水份、蛋白質、脂肪、酵素類等化學成份。據以上結果，分別依照常法製造海膽醬，觀察測定醱酵成品的色澤、熟成度、水份及胺基酸等，由此等結果，探求海膽最適宜加工種別與最適宜採捕時期。

基於上述基礎試驗結果，選擇原料，調節水份、PH、鹽份、酒精及添加保存料製造海膽醬，分別置於各種溫度保存，而觀測品質，藉以綜合厘定最佳醱酵並防止變色變敗方法。

### 三、調查及試驗結果

#### (一)台灣產海膽種類：

海膽係屬於棘皮動物 (Echinodermata) 的一種，供食用者概屬正形類，(但少數有歪形類)，而呈饅頭形，表面生有多數的硬棘，其色彩由種類而異。經調查本省所產的海膽種類計有 7 種：

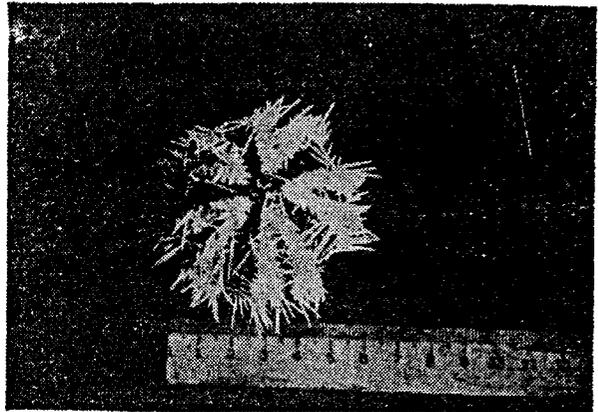
##### 1. 白短刺海膽 (第一圖)

學名：*Tripneustes gratilla* (Linnaeus)

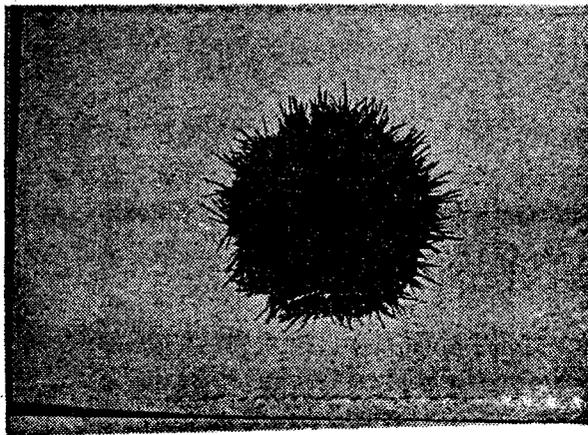
日名：シラヒゲウニ

主產地：澎湖縣各地區、屏東縣 (南灣、尖山、後壁湖)、台北縣 (野柳、澳底)

特徵：殼徑 7 cm、殼高 4 cm、全重量 110g 左右、殼形呈稍帶圓形的五角形，棘短而尖銳，呈白色或基部呈赤褐色，殼表為紫黑色。



圖一 白短刺海膽



圖二 紅短刺海膽

##### 2. 紅短刺海膽 (第二圖)

學名：不詳

日名：アカヒゲウニ (暫定)

主產地：澎湖縣各地區、屏東縣 (南灣、尖山、後壁湖)、台北縣 (野柳、澳底)

特徵：殼徑、殼高、全重量、殼形及棘形與前者白短刺海膽大致相同，但棘呈赤紅色或其先端呈赤黃色、黃白色、殼表亦呈紫黑色。本種可能與前者白短刺海膽同一種，但其棘為何呈赤紅色，現尚不明。

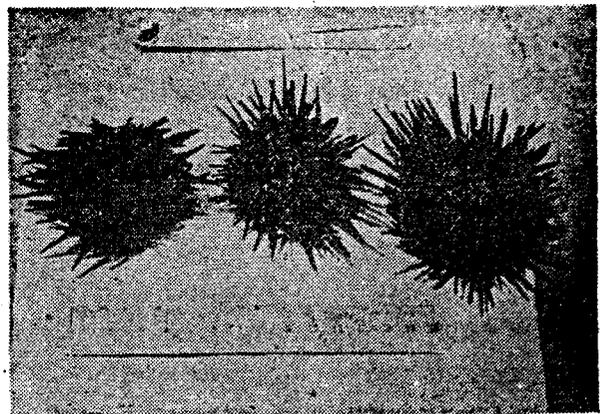
##### 3. 黑短刺海膽 (第三圖)

學名：*Echinostrephus aciculatus* (A. Agassiz)

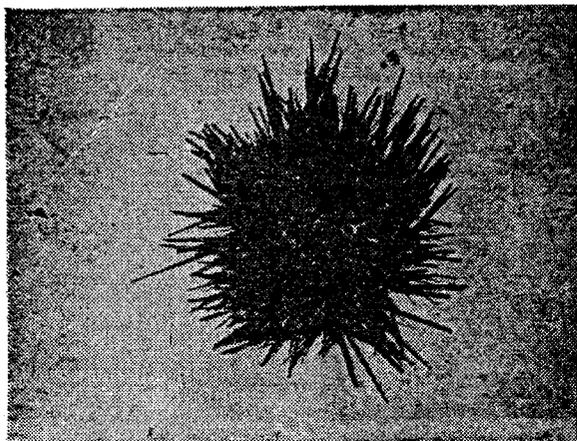
日名：タワシウニ

主產地：屏東縣 (南灣)、臺北縣 (澳底、野柳) 澎湖縣離島。

特徵：殼徑 5 cm、殼高 3 cm、全重量 65g 左右，殼形自背面看之呈稍帶圓形的五角形，若側面看之呈盃狀，棘在背面部分特細長，自側面至下面部分隨之粗短，棘或殼表均呈紫黑色。本種以棘穿鑿岩礁作棲息場所。



圖三 黑短刺海膽



圖四 黑長刺海膽

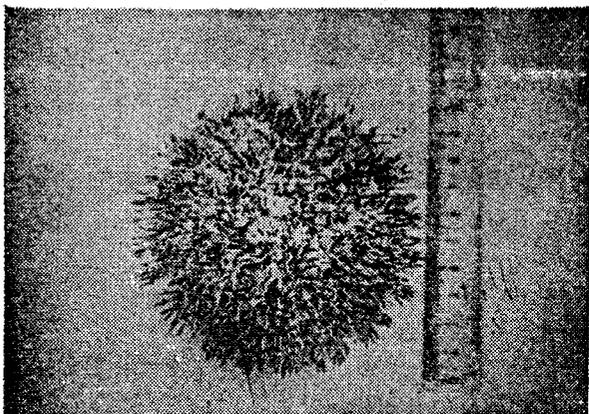
5. 斑點粗刺海膽 (第五圖)

學名：*Pseudoboletia maculata* (Troschel)

日名：マダラウニ

主產地：澎湖縣 (後寮、通梁)

特徵：殼徑 8 cm、殼高 4 cm、全重量 180g 左右，殼形呈近似五角形的扁平球狀，殼質稍脆弱。棘或殼表大略呈白色，其表面有放射狀或不規則的暗褐色斑點。



圖六 姑姑海膽

7. (第七圖) 猪槽粗刺海膽

學名：*Echinometra mathaei* (Blainville)

日名：ナガウニ

主產地：台北縣野柳、屏東縣南灣

特徵：殼形呈橢圓形，其長徑 53mm，短徑 46mm，殼高 30mm 全重量 50g 左右，棘強大，其先端尖銳，色彩雖多種，普通大棘呈暗綠褐色，多棲息於珊瑚礁，或岩礁間。本種殼該如同猪槽，而取名。

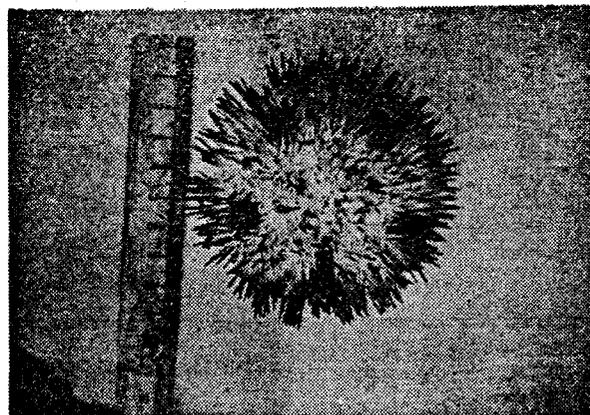
4. 黑長刺海膽 (第四圖)

學名：*Anthocardia crassispina* (A. Agassiz)

日名：ムラサキウニ

主產地：屏東縣 (香蕉灣)

特徵：殼徑 9 cm、殼高 5 cm、全重量 220g 左右，殼形呈稍扁平的球狀，殼質強固而厚，棘強大，其先端尖銳，長度不等，但略等於殼徑，若遇敵襲，即以棘端棘入敵者體部，痛腫激烈。棘或殼表均呈濃紫黑色。棲息於淺海岩礁間。



圖五 斑點粗刺海膽

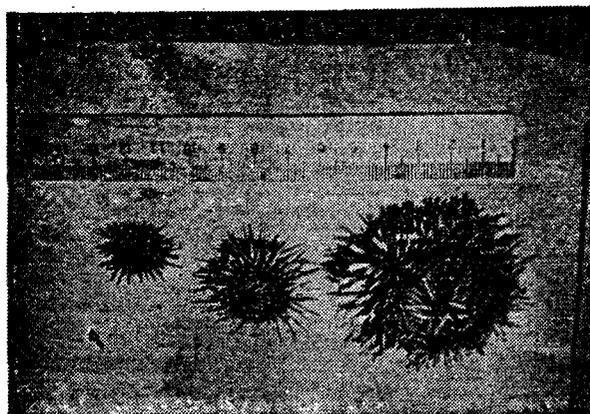
6. 姑姑海膽 (第六圖)

學名：*Toxopneustes chloracanthus* (Clark)

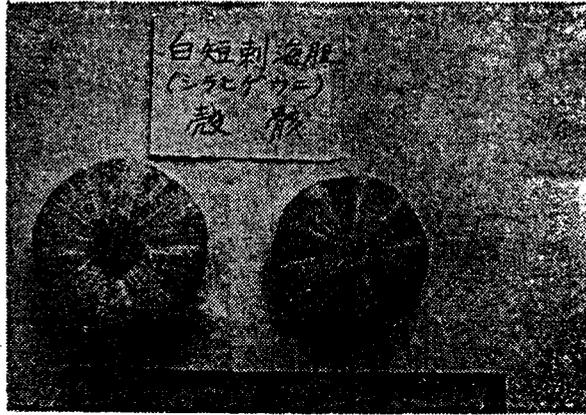
日名：ミドリラツパウニ

主產地：澎湖縣 (後寮、通梁)

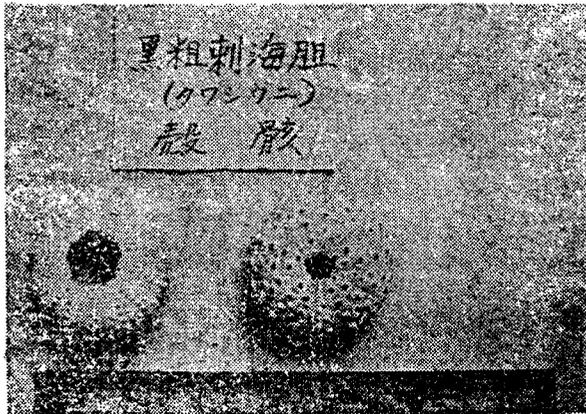
特徵：殼徑 8 cm、殼高 4 cm、全重量 160g 左右，殼形呈稍帶五角形的圓形，全表面生有短棘和喇叭形的叉棘，均呈綠色而混有白斑或白條色彩。棘短小，先端不尖，其基部和先端均呈白色，叉棘能分泌毒素，本種從外觀，如同姑姑石而取名。



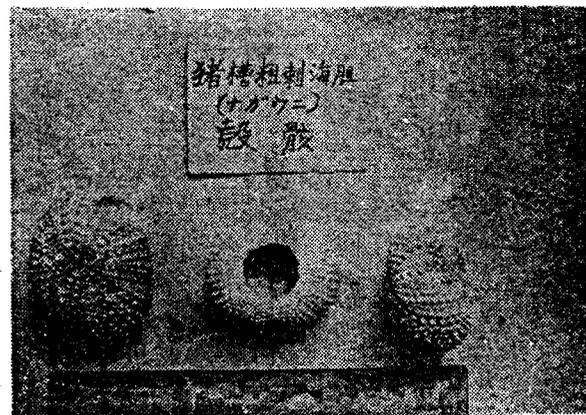
圖七 猪槽粗刺海膽



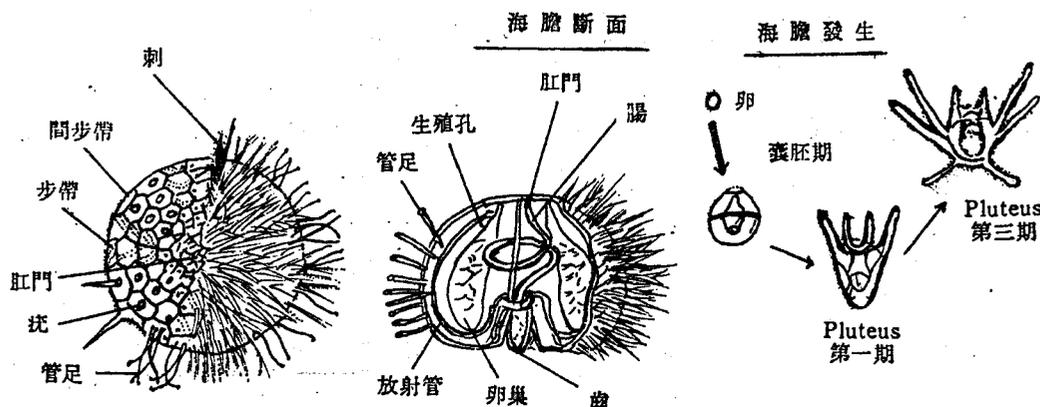
圖八 白短刺海胆殼骸



圖九 黒粗刺海胆殼骸



圖十 猪槽粗刺海胆殼骸



圖十一 海膽斷面及其發生程序

(二) 台灣海膽分佈及產量：

海中藻類不但為海產動物，如海膽之重要食餌，並可作海產動物之產卵、棲息、隱蔽、覓食之場所，同時營同化作用時，放出氧氣，吸入二氧化碳，可使海水保持充分之溶氧量，而淨化海水，功用甚偉。

台灣北部在台北縣野柳至澳底海岸，南部在屏東縣西海岸的海口尖山及東海岸的港口，或鷺鑾鼻至貓鼻頭的南灣一帶，西部在台灣海峽的澎湖縣各島嶼海岸，凡海中有藻類生長地方，幾乎有海膽棲息。

經查本省西部澎湖縣各島嶼地區的海膽產量為本省之冠，概為加工外銷。尤其白沙鄉的海膽產量佔其多數，據近年來的統計如第一表；其中白短刺、紅短刺海膽兩者為大宗，黑粗刺海膽次之，其他斑點粗刺，姑姑海膽均甚少。西嶼鄉產白、紅短刺海膽及黑粗刺海膽。湖西鄉均為白、紅短刺海膽。望安鄉黑粗刺海膽為多，次為白、紅短刺海膽。七美鄉白、紅短刺及黑粗刺海膽各半。詳細分佈如第十二圖。茲據澎湖縣通梁、後寮方面採取海膽漁民面告：4月~9月春夏季本地區海膽生殖腺特大而成熟，採取海膽地點為離岸約2 km範圍，水深3 m以內，盛期時每人每日可撈1,200~1,500個（相當海膽重量120~180kg，相當卵巢重量12~18kg），平常期平均每人每日可撈500個，其漁場每坪最大海膽密度為15~20個。

本省北部台北縣野柳地區海膽以黑粗刺海膽為大宗，次為豬槽粗刺及白、紅短刺海膽。詳細分佈如第十三圖。至於澳底地區海膽，均為黑粗刺海膽，而白、短刺海膽為數微少。詳細分佈如第十四圖。據台北縣野柳及澳底方面採取海膽漁民報告：4月~6月本地區海膽生殖腺量較多，但自7月起生殖腺都成溶解狀態，即係成熟期而放卵期直前的生殖腺，故不適鮮食或加工。惟此兩地區海膽產量不多，至今尚未有採捕加工外銷。

本省南部屏東縣西海岸的海口尖山均為白、紅粗刺海膽，東海岸的港口海墘均為黑粗刺海膽，但鷺鑾鼻至貓鼻頭的南灣地區，即在香蕉灣均為黑長刺海膽，並棲息於岩礁孔間，非用鉤極難採取。大坂埕雖產有白、紅短刺海膽，黑粗刺海膽及豬槽粗刺海膽，產量為數均微少。大光、水泉（後壁湖）雖亦有白、紅短刺海膽，但其形態及生殖腺較小。詳細分佈如圖第十五圖。據屏東縣南灣及後壁湖方面採取海膽漁民面告：10月~3月冬季，海底地形混有岩及砂礫處，且有海藻繁茂地區，而無颱風雨，海底未遭騷亂及未有雨水沖淡時期，其海膽生殖腺量為多。如此各地各有異說，難能定論。

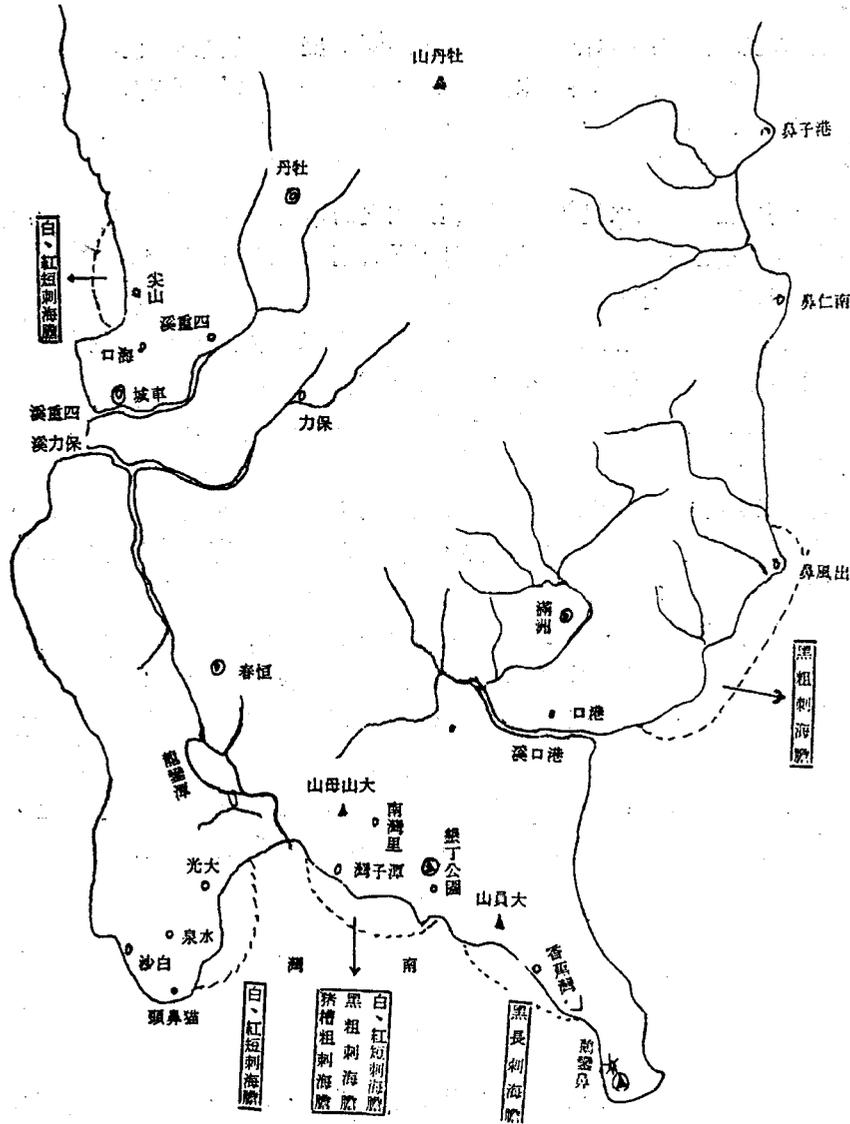
據本所羅吉雅漁撈調查員告謂：台灣海峽或台灣東部沿海，在水深30m~60m往往由拖網撈獲海膽或海膽骨骸，如確實，海膽棲息分布地區，更大有待進一步探究。

表一 澎湖縣白沙鄉海野漁獲量

年 月 別	產 量 (kg)	產地別						全 年 總 計
		白 沙 鄉	赤 崁	後 寮	通 梁	員 貝	鳥 嶼	
民 國 五 十 八 年	4	100	150	170	50	200	150	
	5	80	240	300	40	350	250	
	6	140	1,000	1,200	40	1,600	1,400	
	7	200	1,200	1,500	250	1,700	1,500	
	8	250	800	1,600	300	1,600	1,700	
	9	200	700	800	150	1,000	700	
合 計		970	4,090	5,570	830	6,450	5,700	23,610
民 國 五 十 七 年	4	100	100	100	50	150	70	
	5	40	200	200	70	230	200	
	6	50	900	1,100	200	1,500	1,600	
	7	50	700	600	400	1,000	1,000	
	8	50	750	800	200	900	900	
	9	60	550	600	150	800	600	
合 計		350	3,200	3,400	1,070	4,580	4,370	16,970
民 國 五 十 八 年	4	50	140	140	50	200	150	
	5	50	350	500	50	400	450	
	6	50	800	800	40	900	1,000	
	7	70	700	500	70	750	700	
	8	50	600	570	100	750	800	
	9	40	400	550	80	500	600	
合 計		310	2,990	3,060	390	3,500	3,700	13,950







圖十五 屏東縣地區海膽分布圖

海膽與鹽分關係：

海水中鹽分之多寡，與海藻之生長及海膽之棲息、索餌，關係密切。最明顯者，為生長於乾滿潮線地區間之海藻，往往因旱天或雨水急劇之變化，而致枯死，則引起海膽不適於另一種濃度之海水，甚至因缺乏海藻餌料，而移動或死亡。

惟海膽向為棲息於鹽分濃度較高的海域，並對鹽分變化極為敏感，如有河水，雨水影響的海域不能棲息。據松井魁氏研究，海膽在鹽分量27%以上為最適棲息海水，在20~23%之間不會致斃，但15%以下時，棲息不適，13%以下即急激失去活力，甚至7%時即刻斃死。但由海膽種類而略不同，如例有：

- 馬糞海膽——沿革性（低鹹性）
- 紫海膽——外洋性（高鹹性）
- 赤海膽——前兩者之中間性

因此，澎湖各島嶼地區由地勢環境，未有河川雨水或工場排水，則遍地盛產海藻海膽。

海膽與水溫關係：

## 1. 水溫與食性：

海膽的食性在適當溫度範圍內，水溫越高，生活代謝越旺盛，當然採餌量亦隨之增加。據日本松井魁氏研究海膽採餌率與水溫關係為在夏季時，水溫 $34^{\circ}\text{C}$ 為限界，尤於 $30^{\circ}\text{C}$ 前後時採餌效率最高，但在冬季時，水溫 $21^{\circ}\text{C}$ 前後為適溫。

## 2. 水溫與成長：

據Mcphevsion氏研究結果，在水溫 $20\sim 32^{\circ}\text{C}$ 範圍內之周年變化中，自11月下旬至2月下旬期間水溫 $22^{\circ}\text{C}$ 為最高範圍時，海膽成長極為顯著，至於3月至7月期間水溫雖隨氣溫昇高，海膽生長則相反地漸減，如達到最高水溫 $32^{\circ}\text{C}$ 時，完全停止成長。

又據日本川村一廣氏研究水溫與海膽成長結果，日本北海道為中心所產寒海性馬糞海膽，水溫在 $5\sim 7^{\circ}\text{C}$ 為成長最適溫度，次為 $10\sim 12^{\circ}\text{C}$ ， $18\sim 20^{\circ}\text{C}$ 為成長最不良溫度。

總而言之，海膽在冬天為殼體之成長而攝餌，夏天為生殖腺之成長而攝餌。

## (B) 海膽與光線條件：

據日本富士昭氏研究蝦夷馬糞海膽攝餌與照射光關係為；海膽在光下之活動，由於照射光的強度顯示種種活動狀態，即光線之強度約以 $5,000\text{ lux}$ 為界，若超此時，海膽的攝餌活動即刻停止。

## (C) 海膽與海藻及其棲息地形關係：

據日本大島泰雄氏對於馬糞海膽、黑長刺海膽實驗食性結果，雖有嗜食動物性餌料，但較植物性餌料甚少量，而植物性餌料的海藻攝餌量，以褐藻類的虎尾藻（*Sargassum*屬）；馬尾藻（*Sargassum*屬）、棍目（*Ecklonia*屬）等為最多，次為紅藻類的石花菜（*Gelidium*屬），綠藻類的石莖（*Ulva*屬）的順序，其量僅為褐藻類的 $\frac{1}{4}\sim\frac{1}{5}$ 而已。

又據日本川村一廣氏調查北海道產的海膽胃內容物結果，發見海藻種類概有30餘種。

因此，海藻已是海膽的重要餌料，其種類分布對於海膽成長極為密接，經調查本省海膽棲息區域所出產之主要海藻名稱，產地如次：

## 甲：藍藻類：

## 1. 海雹菜：

學名：*Braneytrichia puoya* (C.Ag.) Born et Flah

日名：アイノドリ

產地：遍產於各地，如貓鼻頭、大坂埕、鵝鑾鼻、新港、大武、大里、基隆、澎湖等地。生於高潮線附近之岩礁上。

## 乙：綠藻類：

1. 石莖（*Ulva*. アオサ）：

## (1) 帶石莖：

學名：*Ulva fasciata* Del.

日名：リボンアオサ

產地：鵝鑾鼻、大里、基隆、澎湖。生於潮間帶岩面上。

## (2) 網石莖：

學名：*Ulva reticulata* Forsk

日名：アミアオサ

產地：鵝鑾鼻、貓鼻頭、澎湖。着生於馬尾藻或其他海藻上。

## (3) 薄石莖

學名：薄石莖：*Ulva lactuca* Le Jol.

日名：不詳

產地：遍產本省各地。

## (4) 穿孔石蓴：

學名：Ulva petusa Kjellm.

日名：アナアオサ

產地：產南部海濱、綠島、基隆、澎湖等地。生於潮間帶下位的岩面上。

## 2. 石髮 (Enteromorpha. アオノリ)：

## (1) 腸石髮

學名：Ent. intestinalis L.

日名：ボウアオノリ

產地：遍生各處，以12月至4月最盛。生於受外洋水的海岸岩上。

## 3. 綠苔 (Chaetomorpha. ジュズモ)

## (1) 林那綠苔 (Ch. linum Kutz)

日名：不詳

產地：普遍產於各處。

## (2) 大綠苔：

學名：Ch. crassa (Ag.) Kutz.

日名：ホソジュズモ

產地：產蘭嶼及本島澎湖各處。在潮間帶或低潮線以下，着生於他海藻（馬尾藻）上。

## (3) 螺旋綠苔：

學名：Ch. spiralis Okam.

日名：フトジュズモ

產地：產於新港（成功）。在潮間帶下位或低潮線以下，着生於他海藻上。

## 4. 岩葛 (Caulerpa. イワツタ)：

## (1) 千子葛：

學名：C. racemosa Web. V. Bos.

日名：センメリツタ

產地：遍產本省各地，生於低潮線附近之岩石上。

## 5. 水松 (Codium. ミル)：

## (1) 糾水松：

學名：C. intricatum Okam.

日名：モツレミル

產地：產於恒春、臺東、蘇澳、澎湖一帶。生於低潮線以下的岩上。

## (2) 直水松

學名：C. tomentosum Stack.

日名：イモセミル

產地：新港、恒春等地，生於低潮線附近岩礁上。

## 丙：褐藻類

## 1. 舌苔：

學名：Endarachne dinghamiae J. Ag.

日名：ハバノリ

產地：基隆、大里、三貂角、澎湖，冬末春初時繁生於潮間帶的岩礁上，5月後即不見。

## 2. 馬尾藻：

學名：Sargassum sp.

日名：ノコギリモク、トゲモク、フシスデモク等。

附註：因本省種類甚多，尚未全部明瞭，正名。

產地：本島，澎湖等各地，生於潮間帶下位至漸深帶岩石上。

丁、紅藻類：

1. 頭髮菜：

學名：*Bangia fuscopurpurea* Lyng.

日名ウシケノソ。

產地：野柳、澎湖等地，着生於高潮線附近岩上，產期為冬季。

2. 紫菜：

學名：*Porphyra crispa* Kjellm.

日名：ツラシアマノソ。

產地：本島、澎湖各地，叢生於向外海的高潮線附近岩上。在冬春二期均有產出。

3. 海索麵：

學名：*Nemalion pulvinatum* Grun.

日名：ウミリウメン。

產地：大里、基隆、綠島等地，以10月至3月間最多，生高潮線岩上。

4. 紅海菜：

學名：*Halymenia durvillaei* V.

產地：蘭嶼、綠島、蘇澳、新港、生於漸深帶岩上。

5. 龍鬚菜 (*Gracilaria*)：

(1) Y歧龍鬚：

學名：*Gr. coronopifolia* J. Ag.

俗名：鹿角菜。

產地：貓鼻頭、大坂埕一帶繁生。

(2) 細龍鬚：

學名：*Gr. confervoides* Grev.

日名：オゴノリ

產地：高雄。着生於潮間帶砂泥地帶的岩，小石；貝殼上。

6. 軟骨菜：

學名：*Chondrus ocellatus* Holmes f. *Crispus* Okam.

日名：ツノマタ

俗名：鹿角菜。

產地：本省各地，生於潮間帶岩上。

7. 鹿角菜：

學名：*Gloiopeltis furcata* Post. et. Rupr.

日名：フクロフノク

俗名：鹿角菜。

產地：基隆、八斗子一帶，生於潮間帶上部的一岩礁上。

8. 麒麟菜：

學名：*Eucheuma serra* J. Ag.

日名：トゲキリンサイ

俗名：琉球菜。

產地：遍產本省各處如基隆、恒春、臺東、綠島、花蓮等。生於低潮線附近岩上。

9. 雞冠菜：

學名：*Meristotheca papulosa* (Mont.) J. Ag.

日名：トサカノリ

產地：基隆、蘭嶼。生於低潮線以下的岩上。

10. 捲毛菜：

學名：*Asparagopsis sanfordiana* Harv.

日名：カギケノリ

產地：高雄、琉球嶼。生於低潮線附近岩石上。

11. 鸕鶿菜：

學名：*Digenia simplex* Ag.

日名：マクリ

產地：綠島、蘭嶼、馬公、東沙島，生於漸深帶岩上。

12. 石花菜：

學名：*Gelidium* sp.

日名：オニクサ    アクシヤウガタブト    マクサ    ヒラクサ

俗名：大本    小本    小本    鳳尾

產地：本島北部及澎湖島，生於低潮線附近至漸深帶岩上。

13. 翼枝菜：

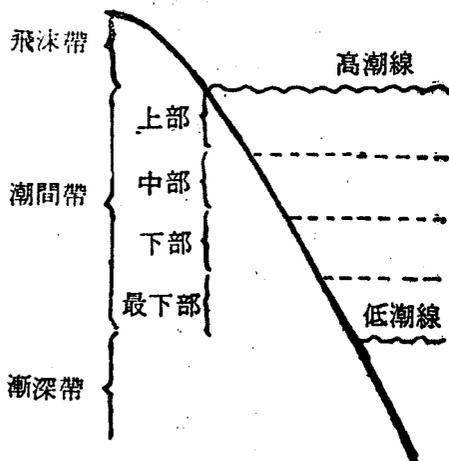
學名：*Pterocladia tenuis* Okam.

日名：オバクサ

俗名：淺水。

產地：遍產本省北部各處，生於潮間帶至漸深帶岩上。

據調查本省主要海藻結果計藍藻類 1 種，綠藻類 10 種，褐藻類 2 種，紅藻類 14 種。



圖十六 海潮帶區分

一般海藻生育地點，自海面上層至下層，隨其深度，而有分別以綠藻、褐藻、紅藻之順序排行，即淺處綠藻為多，隨深度之增加則褐藻也漸多，至深處多生育紅藻類。如此明瞭海藻生育深度順序，同時知悉海膽嗜好海藻食餌，因而可判定海膽棲息海區及深度。

海藻生育多寡，由季節、海流、氣候、營養等因素時有變遷，同時海膽亦有選擇食餌嗜好性，隨起海膽的棲息增減。所以，海膽的餌料即海藻的質及量，能影響海膽成長，成熟、生殖腺色澤，且對於加工海膽醬成品品質關係亦甚大。

因此，實際在海中生育的海藻，與海膽所嗜食的海藻，此兩者的相互關係，今後應依時期別作調查研究之必要。

海膽棲息海底地形，據澎湖縣後寮採取海膽漁民報告有如下：

- a1. 海底是平坦的岩盤，並部分有淺溝地區……………海膽棲息：低密度。
- a2. 海底是平坦的岩盤，且有深溝，其溝內並有卵型石散在的地區……………海膽棲息：高密度。
- b. 海底是岩盤或礫底，並有直徑 10~20cm 多數卵型的地區……………海膽棲息：高密度。
- c. 海底是岩盤，並有直徑 50cm 以上的移轉石，但無卵型石的地區……………海膽棲息：密度稍高。
- d. 海底為砂礫底，但稍有卵型石的地區……………海膽棲息：低密度。

據此，就以海底雖是岩盤，應有多溝或有多卵型石及移轉石的地區為海膽高密度棲息海底地形。海底地形與海膽棲息密度為下列順序：

a 2 地形 > b 地形 > c 地形 > a 1 地形 > d 地形。

#### (4) 海膽生殖腺

海膽係雌雄異體，其雌雄在外觀上並無分別，生殖腺每個體有 5 個，未熟期時，由肉眼無法判別雌雄，如達成熟期，雄性精巢即分泌如乳的白色精子塊，雌性卵巢，即呈橙色，各能由肉眼易予區別。但稍有病態（如營養不良）者，便無法分別。

海膽的生殖腺色彩，似由海膽種類，環境而異，此原因均由於食餌所致。一般攝食綠藻類者，其生殖腺量多，色澤亦佳良，其殼色亦呈綠色者為多，如攝食褐藻類者，其生殖腺量少，色澤稍呈帶褐色，其殼色亦略呈褐色。

海膽生殖腺色彩，不論攝食綠藻或褐藻，其所含有機溶劑可溶性色素為葉綠素 (Chlorophyll)、脂黃素 (Carotenoid) 及水溶性色素的色素蛋白 (Chromoprotein)，經體肉消長概變成黃色或橙色，但又由褐藻類所含黑褐色色素或餌料條件（如食石灰藻）致生殖腺發育不良等因素，一部份海膽甚至呈褐色，其確實原因尚不明。將各種海藻類之主要色素根據日本土屋靖彥氏研究結果列記如第二表。如表所示：綠藻類主要色素以葉綠素——ab (Chlorophyll——ab)， $\beta$ ——胡蘿蔔素 ( $\beta$ ——Carotene)，葉黃素 (Xanthophyll)，褐藻類以葉綠素， $\beta$ ——胡蘿蔔素，藻黃素 (Fucoxanthin)，紅藻類以葉綠素——a， $\beta$ ——胡蘿蔔素、葉黃素，藍藻類以葉綠素——a、 $\beta$ ——胡蘿蔔、Myxoxanthin Myxoxanthophyll、C——Phycocyanin 等為多。

海膽生殖腺的內容變化，據日本川村一廣氏研究分類，就以卵、精子的發達狀態，可分別如下記 5 段：

#### 1. 產卵後回復期

本時期的生殖腺在量上最小，僅開始發育的過程，沿在殼壁生殖腺上之雌雄性兩者，均有出現多數的卵原細胞或精原細胞，但卵母細胞（精母細胞）甚少。由肉眼觀察未能分別雌雄。

表二 各種藻類的主要色素（引用「水產化學」土屋靖彥）

		綠 藻	褐 藻	紅 藻	藍 藻
(Chlorophyll)	葉	●	●	●	●
	綠	●	—	—	—
	素	—	○	—	—
(Carotenoid)	脂		—	○	•
		●	●	●	●
	黃	○	—	●	?
			—	•	?
		○	○	•	•
		—	●	?	•
	素	—	—	•	●
	—	—	•	●	

(Chromoprotein)	色	R—Phycoerythrin	—	—	●	—
	素	R—Phycocyanin	—	—	○	—
	蛋	C—Phycoerythrin	—	—	—	○
	白	C—Phycocyanin	—	—	—	●

註：●主要色素，◐全色素的一半以下，○少量，—無存在，？存在疑問，• 定量不確實。

2. 成長期

生殖腺開始急速發育，由肉眼觀察尚未能分別雌雄，雌性者在殼壁周圍排行生出多數卵母細胞，雄性者生出甚多精原細胞及精母細胞。

3. 成熟前期

生殖腺發達程度略達最大的時期，即雌性者呈橙色，雄性者略呈白黃色，但由肉眼觀察幾乎能區別雌雄，雌性的卵細胞變大，而自殼壁脫離者漸增，雄性開始形成精子並移集中心部。

4. 成熟期

生殖腺成熟已達最大的時期，雌雄性別已可由肉眼觀察判別。即雌性者呈橙色，生殖腺體容易脫落，恰如溢出狀態，雄性者幾乎變成白色，生出乳白狀精子。

5. 產卵期

卵、精子均放出體外，因此生殖腺急速地變小。

海膽的產卵期就是生殖腺成熟期，業者稱為「溶解」狀態，供鮮食或加工不適用，因此，產卵期的長短不但對海膽的繁殖，在產業上頗屬重要。然產卵期與水溫有關，則低緯度海膽較為早期約為2個月，高緯度海膽較遲約為4個月，春秋二期產卵。

(六) 海膽成長變化及資源量

澎湖縣白沙鄉通梁、臺北縣澳底及野柳等海區，設定一定地點，每月一次（農曆1日或15日，日間于潮時期）在同一地點採取同一種海膽各20個，測定海膽每個體的全重量，殼徑、殼高、生殖腺重量，食餌、生殖腺色澤。同時並將海膽生殖腺各分別浸漬保存液（苦味酸、福麻林、醋酸混合液），連同測定表寄回研究室以利檢鏡鑑定性別及成熟度，並予整理統計地區別，種類別，月別的生殖腺指數，肥滿度，殼高殼徑比等。結果如第十七、十八、十九、二十、二十一圖；

1. 白短刺、紅短刺海膽的地區及月別生長變化

澎湖地區，自11月~1月其個體重量均有100g及140g線二群，生殖腺重量有8g及14g線二群，生殖腺指數為0.5~0.7，此期間相當於所謂海膽成長期或成熟前期。自2月~4月均成長達180g線左右，生殖腺重量在8g~14g線，生殖腺指數為0.5~0.8，此期間相當於成熟前期。自5月~6月海膽個體重量竟達200g線以上，生殖腺重量急劇增加在20g線左右，生殖腺指數為1.0~1.3，此期間相當於成熟期。但至7月~8月其個體重量均低落於140g~160g線，生殖腺重量亦低落於10g~12g線，生殖腺指數為1.0~0.7，此期間似係產卵期。9月~11月個體重量為130g~190g線，生殖腺重量在14g~20g線，生殖腺指數為1.5~1.2，此期間似因壯齡群海膽之產卵期，或係部分幼齡群海膽成長竟達成長期，因此期間，該地區的海膽棲息，變成複雜難能判定。

臺北縣野柳地區，自6月~8月其海膽個體重量竟達120g~150g線，生殖腺重量急劇增加至18g線，生殖腺指數為0.8~1.3，惟野柳地區的海膽個體重量及生殖腺重量，雖較澎湖地區略小，但其生殖腺已達相當於成熟期。至於肥滿度野柳地區為0.6~0.7，較與澎湖地區的0.6~0.9，野柳地區海膽略為小型。殼高殼徑比，野柳地區為1.50~1.63，較與澎湖地區的1.62~1.82，雖然兩者同一種類，在形態上澎湖地區的海膽較為扁平而大型。其雌雄比率各平均約為10對8。

因此，根據上述結果，澎湖縣通梁地區5月~6月的白、紅短刺海膽生殖腺指數為1.0~1.3，臺北

縣野柳地區 6 月~8 月的生殖腺指數為 0.8~1.3，此期間兩者均顯示增大，而可認該地區各自 5 月~6 月及 6 月~8 月均為加工原料最適宜採取時期。

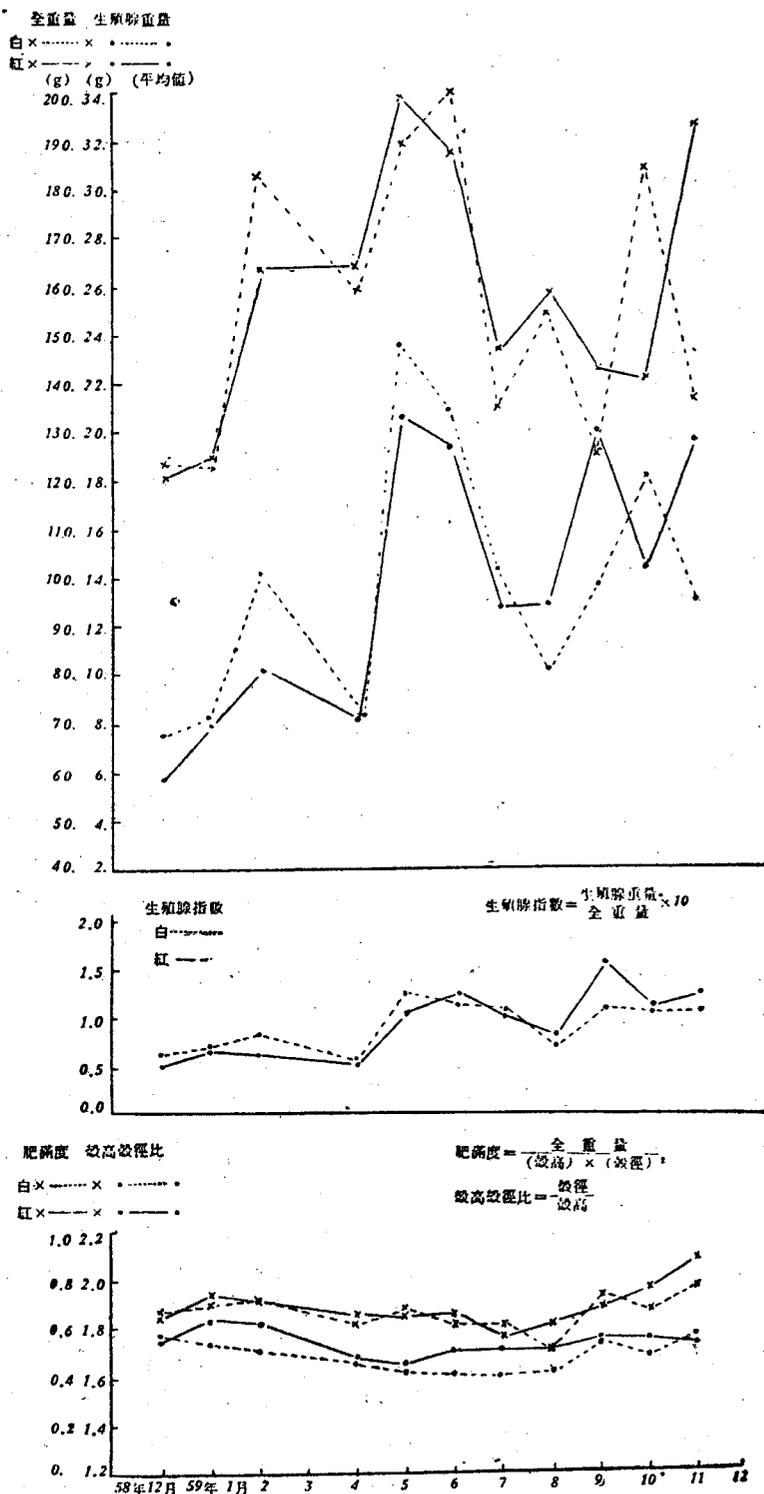
2. 黑粗刺海膽的地區別及月別生長變化

澳底地區，自 5 月起至 8 月的海膽個體重量達 70g~90g 線，生殖腺重量為 8.5g~11.0g，生殖腺指數為 1.0~1.4，野柳地區，自 6 月~7 月的海膽個體重量 60g~80g 線，生殖腺重量為 4g~6g，生殖腺指數為 0.6~0.8。因此，該兩區的黑粗刺海膽生殖腺最大量僅及澎湖地區白、紅短刺海膽的最大量生殖腺之 1/2 或 1/3，在利用價值上微小。

3. 豬槽粗刺海膽月別生長變化

野柳地區豬槽粗刺海膽，6 月~7 月的最高個體重量為 48g~54g 線，生殖腺重量為 3g 線左右，生殖腺指數為 0.6 附近線，此海膽除骨骸供觀賞外，其他利用價值微小。

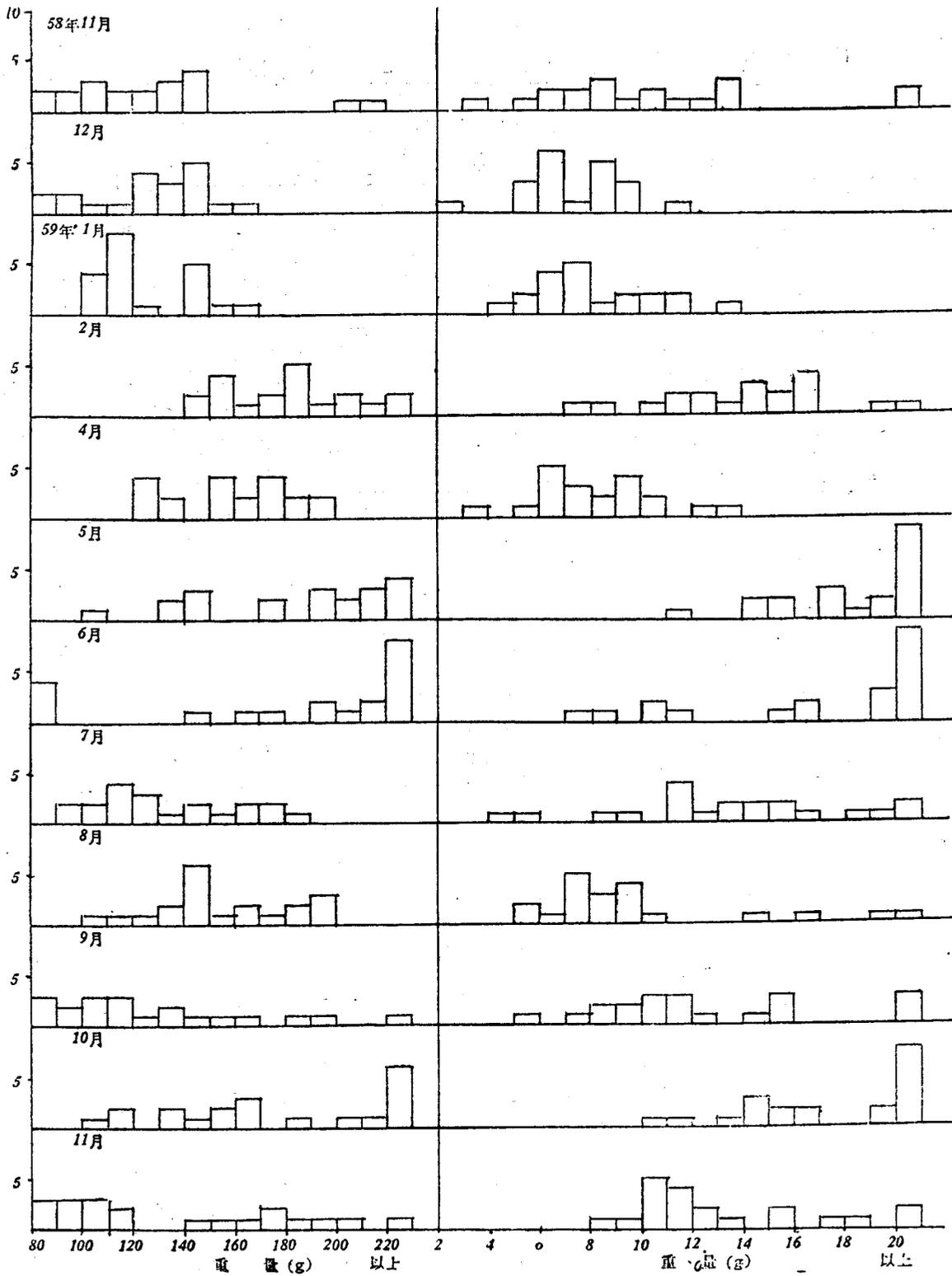
根據海膽採捕者，時常提及事，就在同一漁場地區，海膽經採後不久，漸次復原分佈相當量的海膽新資源，但補充此海膽資源，自何處來，為何來此地，其理由極為奧妙，至今尚未查明，但似可如次推察；凡在生物界，具有勢力群者，佔據食糧豐富的場所棲息，反之，弱小群者，自然難免棲息於食糧缺乏的偏僻場所，若此等海膽具有勢力群者，經被捕獲而成空虛場所，該等海膽弱小群者，自鄰接場所移動至此享受生活，因此，海膽在同一漁場地區，恒取不盡之理。



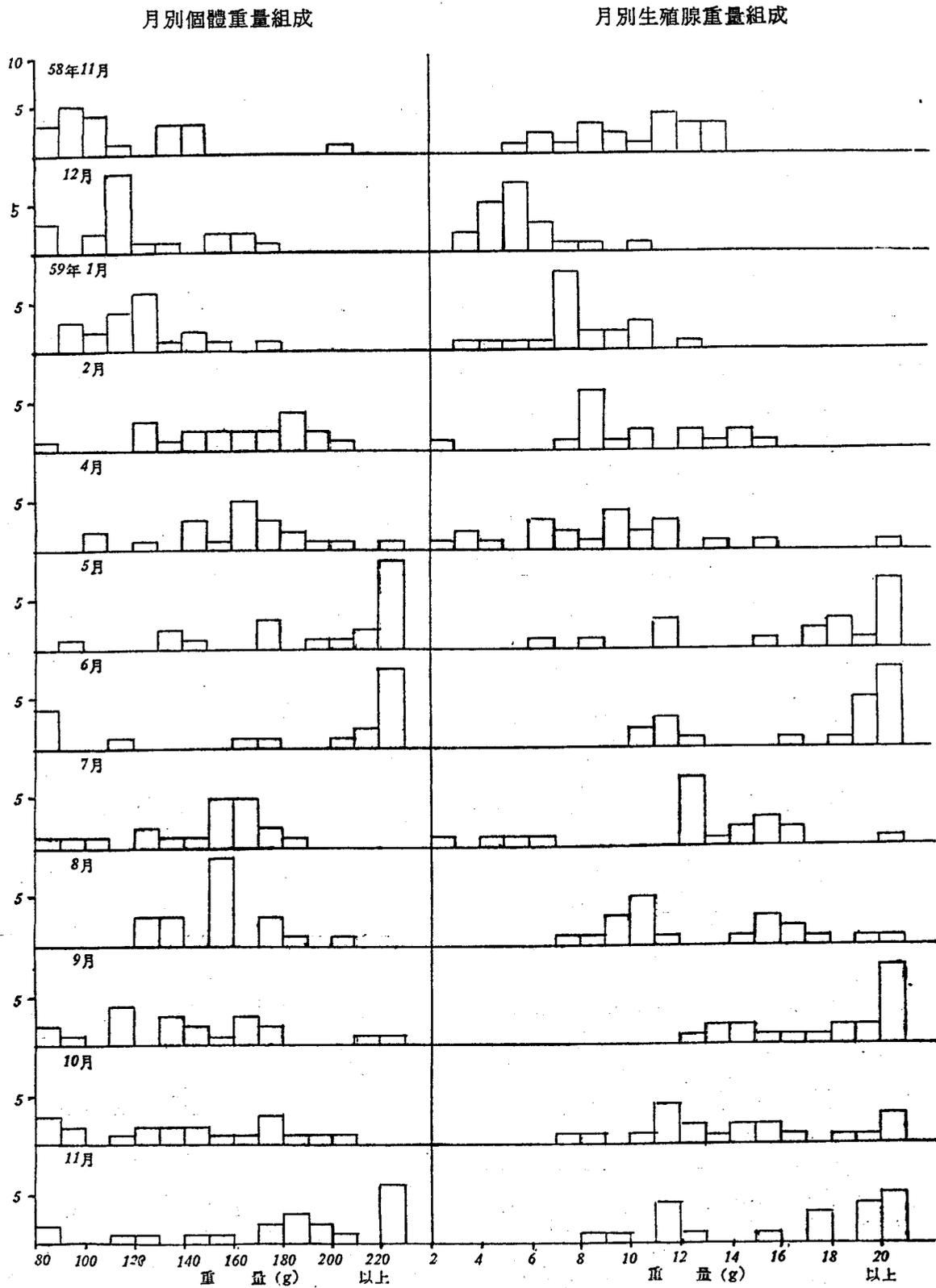
圖十七之(一) 白、紅短刺海膽月別生長變化 (澎湖縣通梁地區)

月別個體重量組成

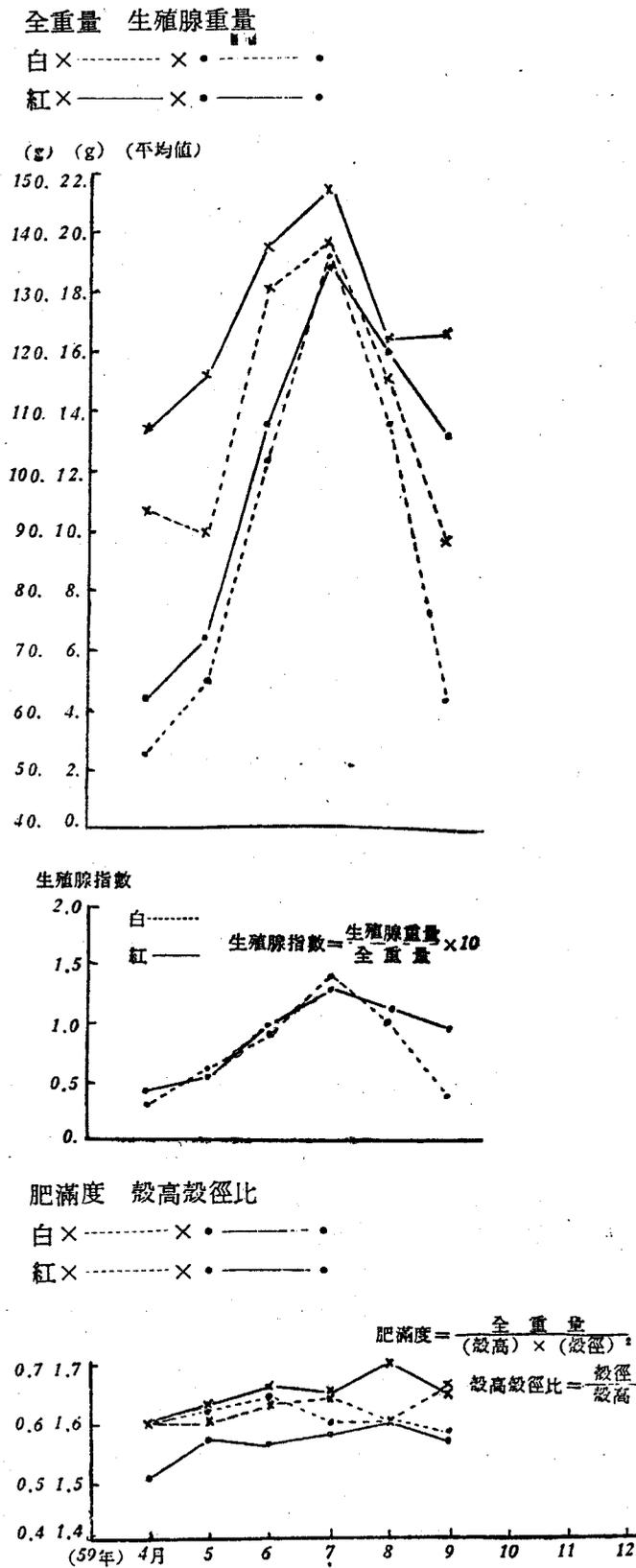
月別生殖腺重量組成



圖十七之(二) 澎湖地區白短刺海膽生長變化



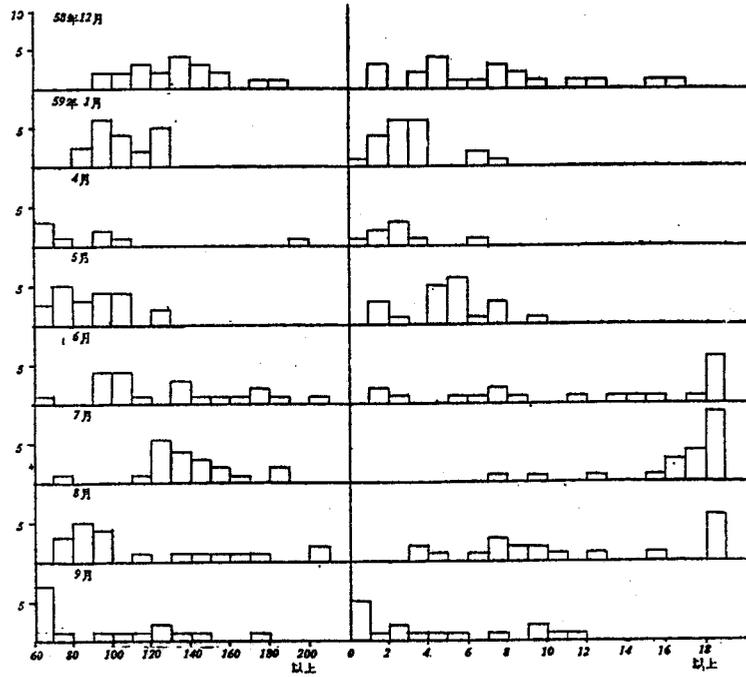
圖十七之(三) 澎湖地區紅短刺海膽生長變化



圖十八之(一) 白紅短刺海膽月別生長變化 (野柳地區)

月別個體重量組成

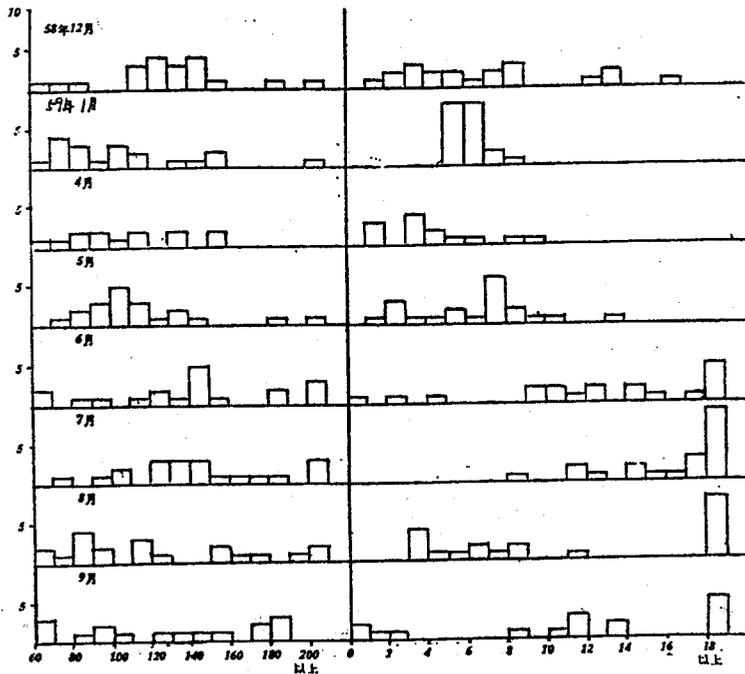
月別生殖腺重量組成



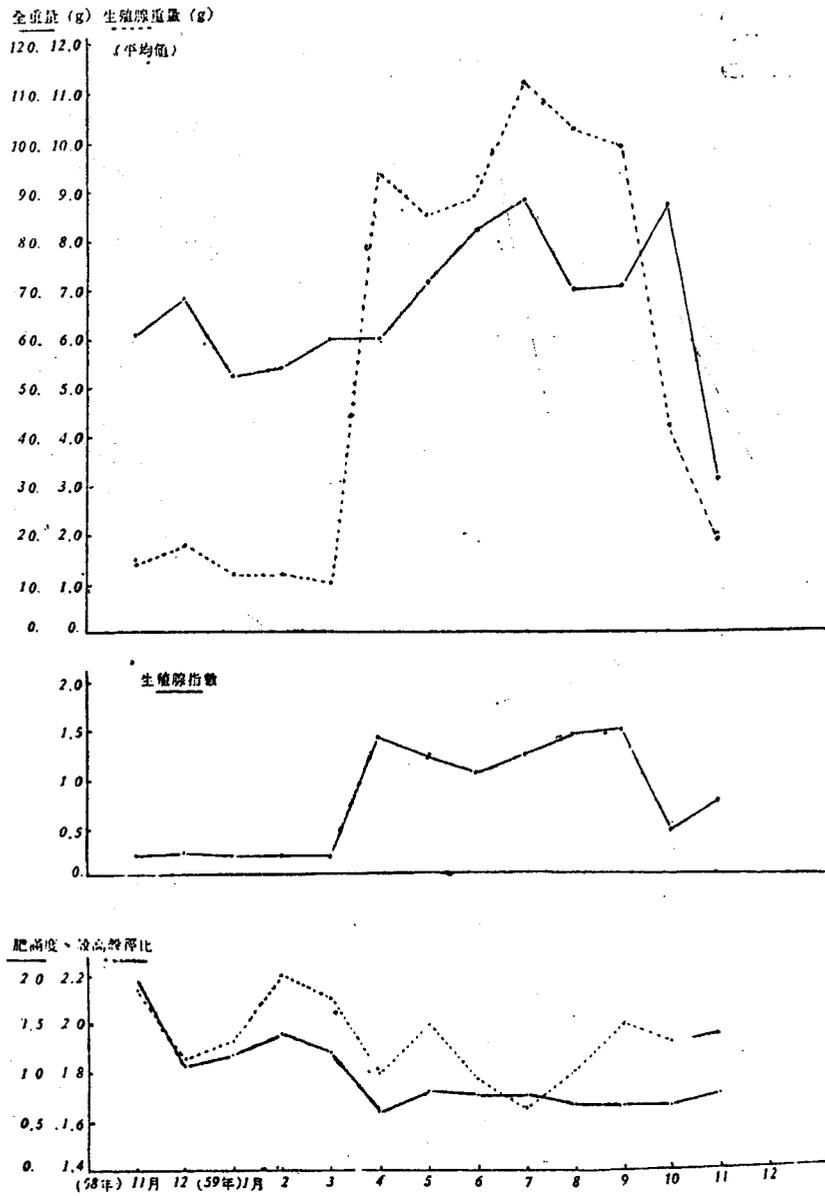
圖十八之(二) 野柳地區白短刺海膽長變化

月別個體重量組成

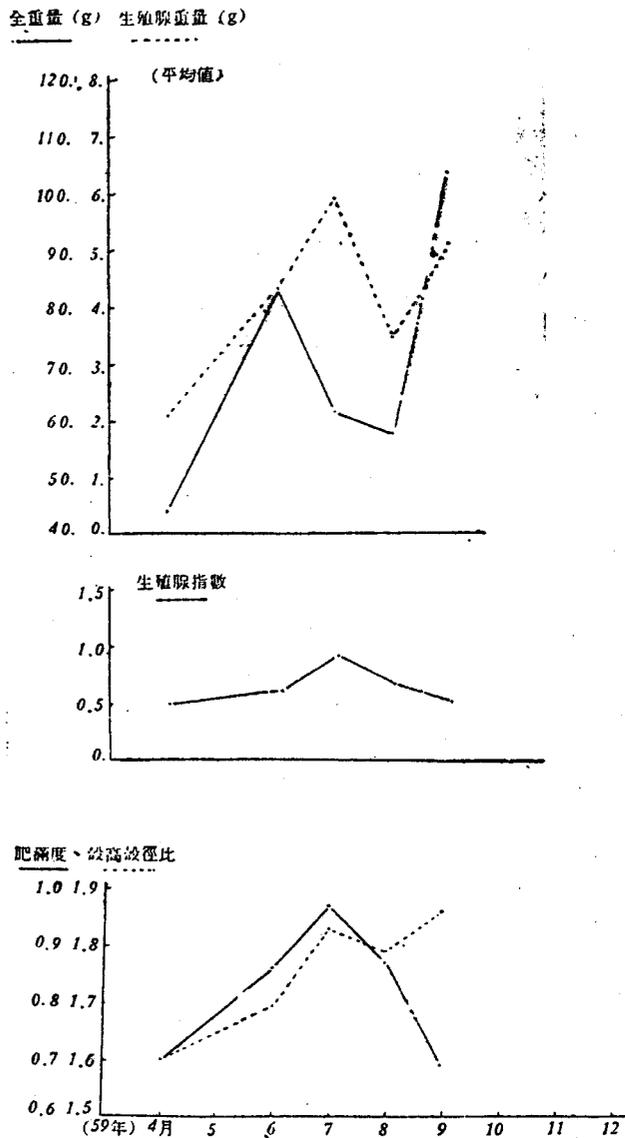
月別生殖腺重量組成



圖十八之(三) 野柳地區紅短刺海膽生長變化



圖十九 黑粗刺海膽月別生長變化 (台北縣澳底地區)



圖二十 黑粗刺海膽月別生長變化  
(野柳地區)

## 四、加工試驗

### (一)海膽生殖腺凍結

因臺灣海膽採捕加工，散處各偏僻漁村，時值炎熱夏季，其醱酵醃醬加塩量為10%，以及加15%酒精量為防止變敗，但難能完全防止其變色變敗。為期海膽生殖腺四季均能供給加工，特實施海膽生殖腺凍結保存法，於民國58年(1969)8月5日將澎湖縣白沙鄉後寮產海膽作如次處理；

原料(在後寮沿岸採取仍活着的白短刺、紅短刺海膽，如第二十二圖)——開殼(以尖銳鐵片2支，自海膽肛門部插入用力拉開成二片殼，如第二十三圖及第二十四圖)——洗滌(浸3—4%塩水中，洗去腸砂污物，如第二十五圖)——摘取生殖腺(用湯匙括取)——選別(用手指取除黑腸筋及雜物，如第二十六圖)——滴水(約15分鐘)——加保存料

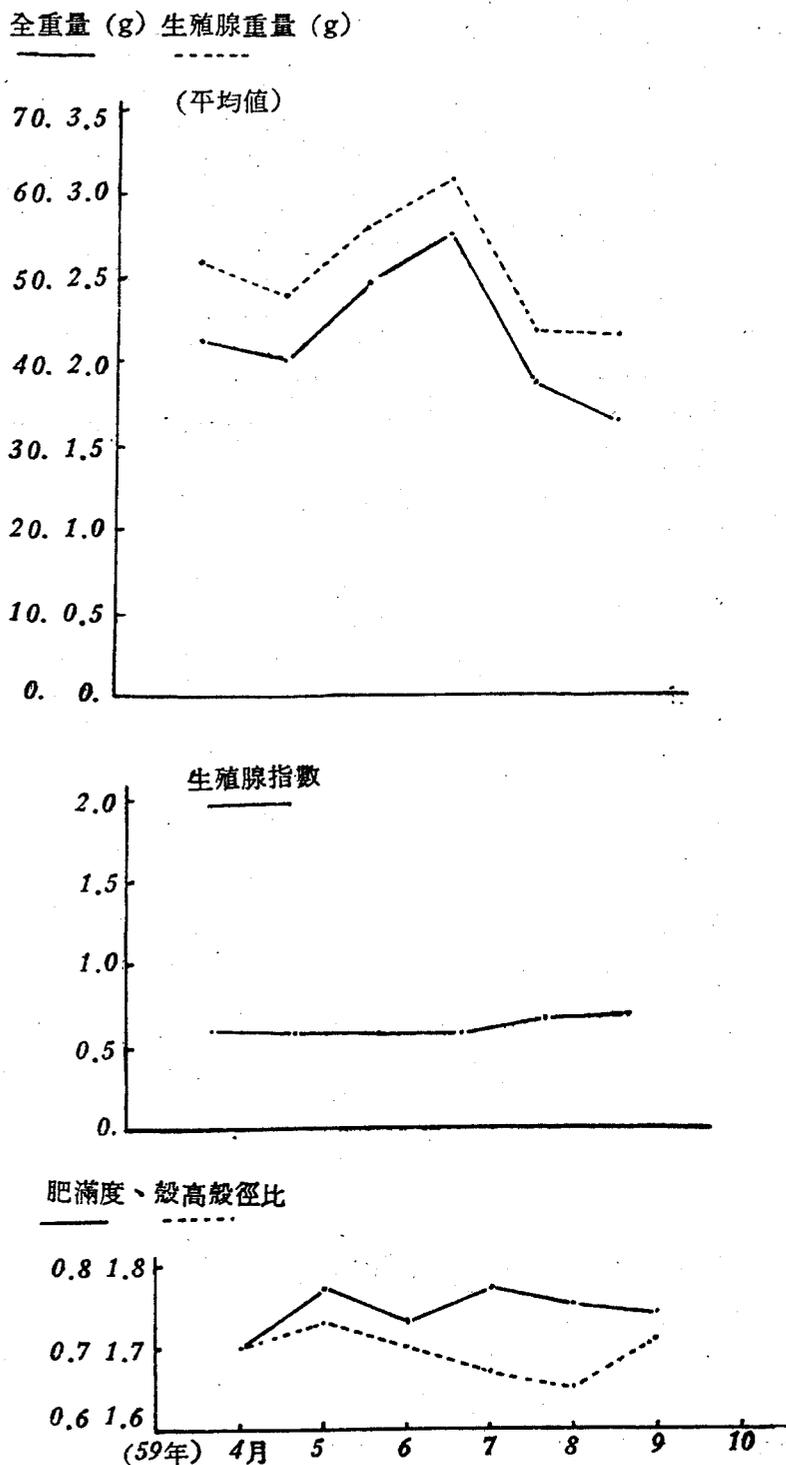
(Sodium erythorbate  $\frac{2}{1,000}$ )

——裝匣(1磅裝的有蓋鋁製便當匣，自漁獲處理後，至此凍結前時間約4~5小時)——凍結(放入馬公鎮澎湖區漁會冷凍廠—43°C凍結室凍結12小時)——空運(裝於「普利龍」防熱箱空運高雄，其經過時間約4小時)——冷藏(放入—20°C冷凍庫貯藏)。

如此，經過5個月期間貯藏後，

其生殖腺色澤、形態並無由凍結氧化

及組織崩壞現象，(如第二十八圖)。其成分經分析結果：水分73.01%，粗脂質5.06%，粗蛋白質14.44%，粗灰分2.27%仍與新鮮者無甚差異。據民國59年(1970)10月，日本田中和夫氏研究報告；市販新鮮海膽生殖腺，如單以—25°C凍結後，並予—20°C貯藏3個月後；引起凍結氧化，組織崩壞為甚，已失去商品價值。查田中氏試驗所用海膽生殖腺原料係東京魚市場販賣的，採取後三日以內之所謂新鮮者，並以—25°C施行凍結後，貯藏試驗，考其海膽生殖腺原料雖有冷卻，但鮮度已經過1~3天，其生殖腺卵巢膜可能開始崩壞，並僅以—25°C溫度凍結，難能維持卵巢膜完全。惟筆者所實驗者，海膽生殖腺採取後至凍結經過時間僅為4~5小時，其凍結溫度為—43°C，因此，兩者迥然不同。



圖二十一 猪槽粗刺海膽月別生長變化 (野柳地區)

(二)海膽醬加工

生鮮海膽生殖腺或凍結海膽生殖腺，經凍結後依照常法如次加工海膽醬：

滴水（或解凍）——撒精製硫（炒鹽）10%——加保存料（硝石 0.2%，砂糖 0.2%，酒精若干，並調節PH為 6.0）——裝瓶——醱酵熟成（常溫25~32°C低溫15°C）。

如此所製海膽醬經過6個月期間醱酵成熟後，較日本製海膽醬，其食味、香氣均無遜色，並無異狀醱酵現象，（如第二十九圖）。但其色澤為淡黃色較與鮮橙色不同。茲為明瞭日本製海膽醬與本省製海膽醬成分差異，經分析結果，如第三表：

註：色素劑的檢查方法，將用一條毛線以極薄曹達液煮洗淨後，再浸漬於同少許水稀釋之海膽醬中並煮沸之，然後取出毛線用水沖洗後觀察，如果毛線已被染色，即為使用人工化學色素劑之證。

據上記分析結果，關於海膽醬色澤均無使用人工化學色素劑，其色澤比較仍甚差，經查因與本省原料海膽的種類，棲息地、食餌（主為海藻種類

表三 海膽醬成份比較

品名	水分 (%)	鹽分 (%)	PH	色澤	色素
澎湖外銷品塩藏海膽醬 (半製品)	70~75	8~11	7.0—8.0	淡黃色	無含化學色素劑
日本製品海膽醬	58~63	8~10	6.2—6.4	橙 色	“
本分所試驗製品海膽醬	60~65	8~9	6.0—6.2	淡黃色	“
生鮮海膽生殖腺(澎湖後寮產, 民國59.6)	73~75	—	7.0—7.5	黃 色	—

色素) 等原來因素似有關係, 現極力追求研究外, 另以動植物性天然色素加以着色試驗, 此種措施無並抵觸衛生條件, 現正在自動植物性天然物研究抽出提煉Carotenoid色素而添加使用。

查海膽醬加工前處理方法, 在澎湖實施者有:

#### 1. 三層式撒塩法:

將精選海膽生殖腺排於敷有白粗布的竹簍籃上, 並撒佈相當于10%精製塩, 其上面再敷白粗布並排海膽生殖腺及撒塩, 如此疊成三層, 並用電扇吹風, 使其塩藏脫水乾燥 (如第二十七圖)。如此處理海膽生殖腺可脫水至含水量60%, 塩分含量約為11%左右。

#### 2. 二層式撒塩法:

依照上述三層式方法疊成二層。如此處理海膽生殖腺可脫水至含水量50%, 塩分含量約為12%左右。雖然本二層式與前記三層式撒塩法對塩分浸透、脫水、乾燥迅速有效, 但需器具甚多, 佔加工廠面積大, 操作煩雜, 除一家採用外, 未被普遍採用。

#### 3. 撒塩加酒精混合法 (又稱「水海膽」法)

將精選海膽生殖腺放置於竹簍籃上略予滴水, 裝入敷有塑膠袋的20公斤裝鐵皮罐內, 添加相當于10%精製塩及15%酒精予以混合攪拌, 封蓋裝木框就待外銷, 此法現在澎湖均被普通採用。如此處理海膽生殖腺經加15%酒精, 其生殖腺卵黃液與水份立刻成乳化, 恰如經過脫水成漿液狀態, 其實水分並無脫去, 經分析結果; 其水分含量70~80%之間, 塩分含量約為8~11%左右。因含水分量過多, 屢遭輸入國退貨。

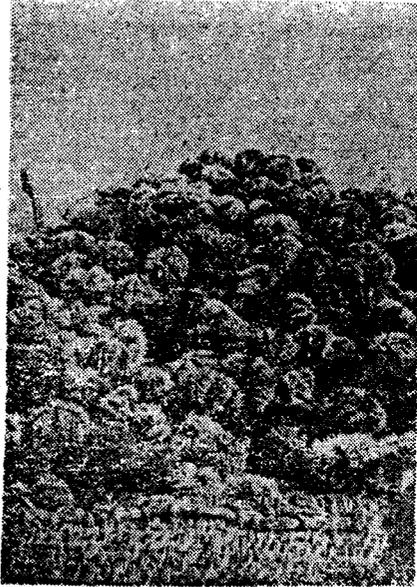
#### 4. 乾燥脫水法:

將精選海膽生殖腺排於敷有白布的竹簍籃上, 撒加10%精製塩及15%酒精, 放置陰涼處或用電扇吹乾。因此法佔加工地面積大, 必需在屋外實施, 難免隨有蒼蠅附着干擾。

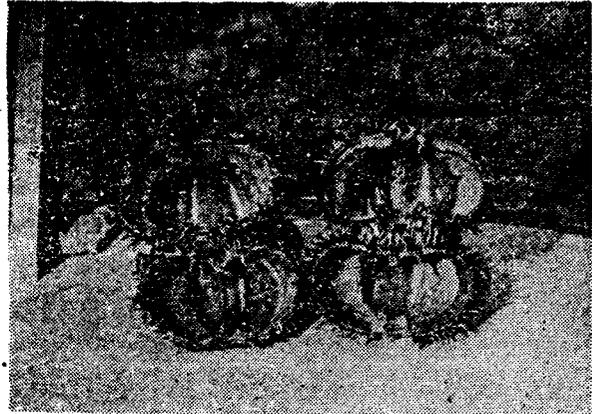
#### 5. 濃塩水浸透收縮法

本法係筆者考案推廣採用之法, 將精選海膽生殖腺投入20~30%濃塩水中, 並到保存料0.2%檸檬酸浸漬1~2小時, 使其鹽分迅速地浸透生殖腺組織內部, 同時可使海膽生殖腺脫水收縮而形成塊粒狀, 如此處理海膽生殖腺可脫水至含水量60%, 鹽分含量約為10%左右, 因此法, 難免稍有生殖腺搖動流失之缺點。但如能集中冷凍廠加工時加冰冷卻, 而保持鹽水溫度8~10°C以內, 可能防止此缺點。

查日本國內已於民國59年(1970)8月, 將海膽醬(煉雲丹、粒雲丹)製品制定日本農林規格(JAS), 特級品規定水分含量60%以下, 普級品規定水份含量65%以下(各包含酒精在內)。因此, 我國外銷海膽醬製法應需改革外, 同時實施出口檢驗之必要。



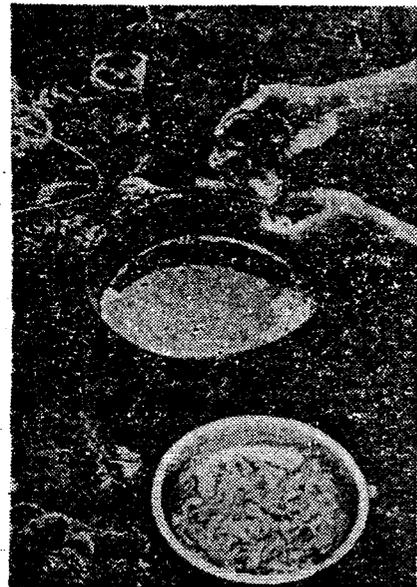
圖二十二 海膽原料



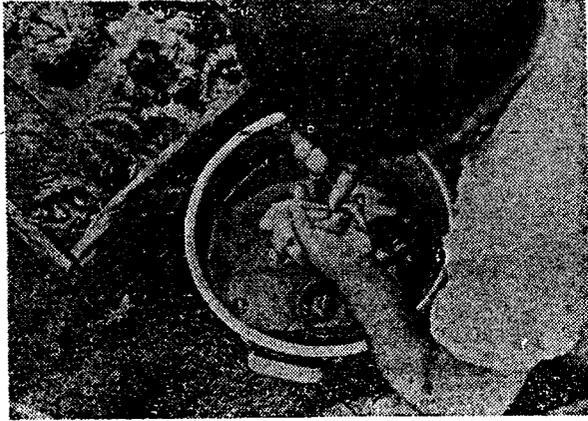
圖二十四 剖開的海膽及生殖腺



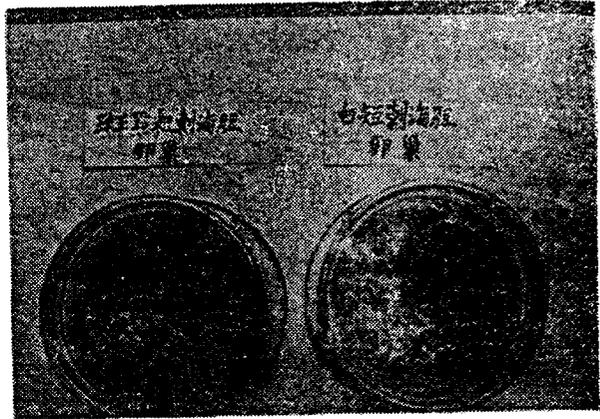
圖二十三 海膽的開殼



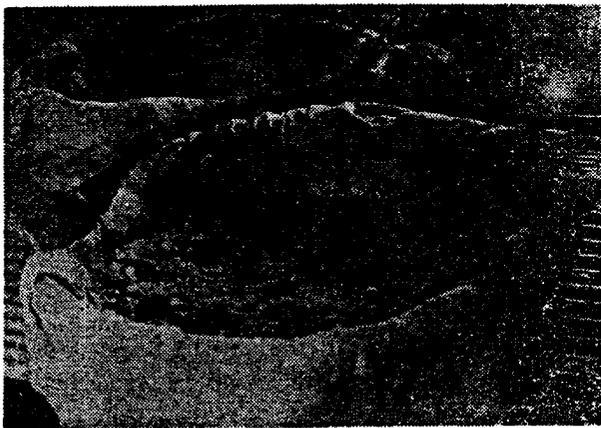
圖二十五 海膽洗滌



圖二十六 海膽生殖腺精選



圖二十八 海膽生殖腺色彩



圖二十七 海膽生殖腺三層式撒鹽脫水法



圖二十九 海膽醬製品

## 五、結 論

(一)據調查結果，本省產主要海膽有7種，均屬正形類。

(二)本省產主要食用海藻計藍藻類1種，綠藻類10種，褐藻類2種，紅藻類14種，此種藻類為海膽的主要餌料，且各藻類均含有主要色素 $\beta$ -Carotene，而由海膽體內消化管消長積蓄，生殖腺概變成黃色或橙色。因此，實際在海中生育的海藻，與海膽所嗜食的海藻，此兩者之互相關係，今後應有依時期作個別調查研究之必要。

(三)海膽係雌雄異體，其比率雖由地區別有差異，但平均比率約為10對8。

(四)根據1個年間的調查海膽生態結果，澎湖縣地區5月~6月的白、紅短刺海膽生殖腺指數為1.0~1.3，臺北縣野柳地區6月~8月的生殖腺指數為0.8~1.3，此期間兩者生殖腺量均顯示增大至20g以上，而可認定該地區各自5~6月及6~8月期間均為加工原料最適宜採捕時期。

臺北縣野柳及澳底地區黑粗刺海膽生殖腺最大量僅及澎湖地區白、紅短刺海膽的最大生殖腺量之 $\frac{1}{2}$ 或 $\frac{1}{3}$ 而已，在利用價值上微小。又野柳地區豬槽粗刺海膽生殖腺最大量僅為3g線左右，除骨骸供觀賞外，其他利用價值微小。

(五)因澎湖海膽採捕加工，時值炎熱夏季，其生殖腺鮮度易低落，引起醱酵分解作用，形態崩壞而損失收量。故應運送集中澎湖漁會冷凍廠冷卻處理加工。

(六)剖解後海膽生殖巢，應迅速投入冷濃鹽水中，此不但能保持其原來鮮麗 Carotenoid 色素，同時可使海膽生殖腺脫水收縮而形成塊粒狀。

(七)根據分析結果，海膽醬（半製品）水份應脫水減低至60%以下為佳。在品質保持上不可缺少的重要措施條件。

(八)關於海膽色澤方面，因與本省原料的種類、棲息地區、食餌（主為海藻種類色素）等原來因素有關，應再繼續研究。

## 六、謝 辭

本調查試驗奉水產試驗所鄧所長火土、賴分所長永順指導與鼓勵，並蒙臺灣大學漁業生物研究所童技正逸修、澎湖縣政府吳課長齡，澎湖水產學校朱主任耀榮、澎湖漁會洪股長皆興、恆春漁會郭恒上幹事等諸位提供資料及惠予利便調查，並得澎湖水產學校郭信宗、信賢兄弟同學、澳底漁會林進興幹事，本所製造系諸位同仁等之協助每月測定海膽生態，且得本分所鍾淑貞、林敏英兩位小姐之協助統計，貢獻殊大，謹此誌謝。

## 七、參 考 文 獻

1. 內海富夫 (1967)：原色日本海岸動物圖鑑，113~119頁。
2. 岡田要・瀧庸 (1969)：原色動物大圖鑑 (III)，5~10頁。
3. 松井魁 (1967)：ウニの増殖，水産増養殖叢書12。
4. 富士昭 (1969)：北海道のウニとその増殖，水産増養殖叢書21。
5. 川村一廣 (1960)：サロマ湖と網走のウニについて，北水試月報Vol.17No. 8。
6. 北海道水産試験場ウニ研究グループ (1962)：エゾパフソウニにフイフ，北水試月報Vol.19No. 8。
7. 三輪勝利：(1966) ウニ生殖素の成熟と栄養源の消長，北海道區水産研究所報告No.31。
8. 川村一廣 (1970)：エゾパフソウニとキダムテサキウニの浮游幼生の形態變化について，北海道立水産試験場報告No.12。
9. 沈毓鳳・樊恭炬 (1951)：臺灣之食用海藻，臺灣銀行研究叢刊No.13。

10. 殖田三郎等三人 (1963) : 水産植物學 : 水産學全集No.10。
11. 土屋靖彦 : (1965) 水産化學 : 水産學全集No.17。
12. 中村敏郎等三人 (1967) : 食品の變色とその化學。
13. 田中和夫、松田美子 (1970) : 生ウニの凍結による貯藏, 冷凍Vol.45, No. 516。
14. 野口榮三郎 (1970.8,18) : 私函。