

牡蠣附著動物之研究

許慧文¹ 陳章波²

1. 國立臺灣大學漁業科學研究所

2. 中央研究院動物研究所

摘要

自民國 76 年 12 月至 77 年 9 月止，按月在澎湖菜園地區採集養殖牡蠣為樣本，調查牡蠣外殼附著動物之種類組成、季節消長、空間分布。以及經淡水沖洗或曝曬 4~5 日處理之後，附著動物其種類組成、空間分布及覆蓋率的變化。並探討覆蓋率與牡蠣死亡數及扁蟲三者之間的關係。

牡蠣外殼的附著動物種類共計 28 種。包括海綿動物、腔腸動物、苔蘚動物、貝類、多毛類、甲殼類及海鞘等。種類出現的時間各有差異，如端腳類 *Elasmopus* sp.。出現於冬季及春初，海綿 *Mycalidae* 及 *Sycattida* sp. 出現於夏末。海鞘 *Styela plicata* 在夏季大量出現。附著動物種類在空間分布上也有不同，如端腳類 *Elasmopus* sp.，海鞘 *S. plicata*，多毛類 *Hydroidea elegans* 上、中、下三層皆有出現。水螅 *Sertularia symplectoscyphus* 分布於上層；海綿 *Mycalidae* 及 *Sycattida* sp. 多分布於上、中層。苔蘚蟲 *Dakaria subovoidea* 多分布於中、下層。

經過去除處理的牡蠣串其覆蓋率 ($\bar{x}=3.20$) 為未經處理者 ($\bar{x}=26.1$) 之 12%，扁蟲的出現數在處理者 (4 ± 0) 較未處理者 (16 ± 0) 為低。經處理的牡蠣其肥滿度 (34.8 ± 16.9) 較未處理者 (28.8 ± 11.6) 為高，所以清洗具有效果。

就牡蠣死亡數與覆蓋率及扁蟲出現數三者之關係而言，三者間是正向相關 ($r=0.45$)，而扁蟲出現數與牡蠣死亡數之相關程度 ($r=0.42$) 較覆蓋率與牡蠣死亡數之相關程度 ($r=0.11$) 為高。

一、前言

附著生物附於養殖貝類上，不但增加採收操作的困難，並且會加速漁場老化 (Toshiaki and Hibino, 1982) 所以對附著生物的相關問題，例如附著變態的機制 (Brancato and Woolcott, 1982; Jackson, 1986; Pawilk and Faulkner, 1986; Woodin, 1986; Kitamura and Hirayama, 1987)、生殖週期及生活史 (Scheer, 1945; Miller, 1952)、附著生物彼此間的交互作用 (Connell, 1972; Jackson, 1977; Karlson, 1978; Jackson, 1979a; Karlson, 1988)、族羣消長 (succession) (Goren, 1979; Shim and Jurng, 1987)、及如何防治其附著 (His and Robert, 1987; 加戶

，1987；梶原，1987；Nishimura *et al.*, 1988) 等等一直是研究重點。然而國內有關附著生物方面的研究報告不多，整體性的調查有：人工魚礁上無脊椎生物相(Chang *et al.*, 1977) 以及布袋地區牡蠣養殖場的附著動物相(黃，1983)。而針對特殊種類，則有牡蠣、管蟲及藤壺的附著研究(梁，1981；Soong *et al.*, 1981)。

以往對於附著生物相的調查，大都採用垂掛玻璃板、塑膠片或保利龍板做為附著基質。採用人工基質的優點為：1.調查操作時不易傷到生物體有利於生體量(biomass)的估算。2.可視情況所需，改變基質的型式(Goren, 1979)。這是天然基質所無法提供的，然而天然基質與人工基質的差異，在於細部結構的不同。天然基質表面崎嶇不平，當水流通過時，在局部地區可能造成小渦流。這對於附著生物幼蟲選擇固著棲所時，可能有所影響。Sebens (1986) 也指出人工基質並不能完全反映天然基質與其他重要因子的真正關係。所以本研究採用天然基質——活牡蠣，並直接以澎湖牡蠣養殖戶的養殖牡蠣為材料，以反應實際狀況。

澎湖是臺灣省牡蠣養殖事業的重鎮之一。以往多採延繩式與竹筏式的方式養殖，在進苗後，直接將苗種放入海中飼養。其延繩式所採用一串牡蠣的長度約為2公尺，有20叢的牡蠣叢，上市體型的牡蠣叢約有25~30個牡蠣個體。一般苗種一直養在海灣中，大約經過10個月左右才能達上市體型。最近發展了抑制苗的養殖方式：抑制苗為秋苗，先懸於海灣中，經過2~3個月，於春季移至潮間帶養殖。經過5~6個月的時間，於秋季再放入海灣中上架，此時牡蠣個體迅速成長，經過3或4個月後，即可上市銷售。

近年來因為養殖時間拉長(以前只需6個月的時間即可採收，Lin and Tang, 1980)及扁蟲為害甚劇，以致收成較差，加上勞動人口外流，澎湖牡蠣養殖業盛況已不再如從前。本研究就牡蠣串上的附著動物的種類、垂直分布、季節消長、及去除附著生物的效應，找尋附著動物、扁蟲和牡蠣三者間之關係，以提供養殖業者參考之用。

二、材料與方法

(一)標本的採集與處理

1.附著動物的調查

自民國76年12月至77年9月，按月在澎湖澎南灣的菜園地區(圖1)採集牡蠣。牡蠣依其自臺灣進苗時間和養殖方式的不同而區分為抑制苗(Harden seed)(75年所進苗種)，10月苗(76年10月所進苗種)及12月苗(76年12月所進苗種三種)。抑制苗的採樣由76年12月至77年2月止(2月時已全部售出)。10月苗及12月苗則自77年3月起採取，該二種苗種在77年9月時已售完。樣品做以下

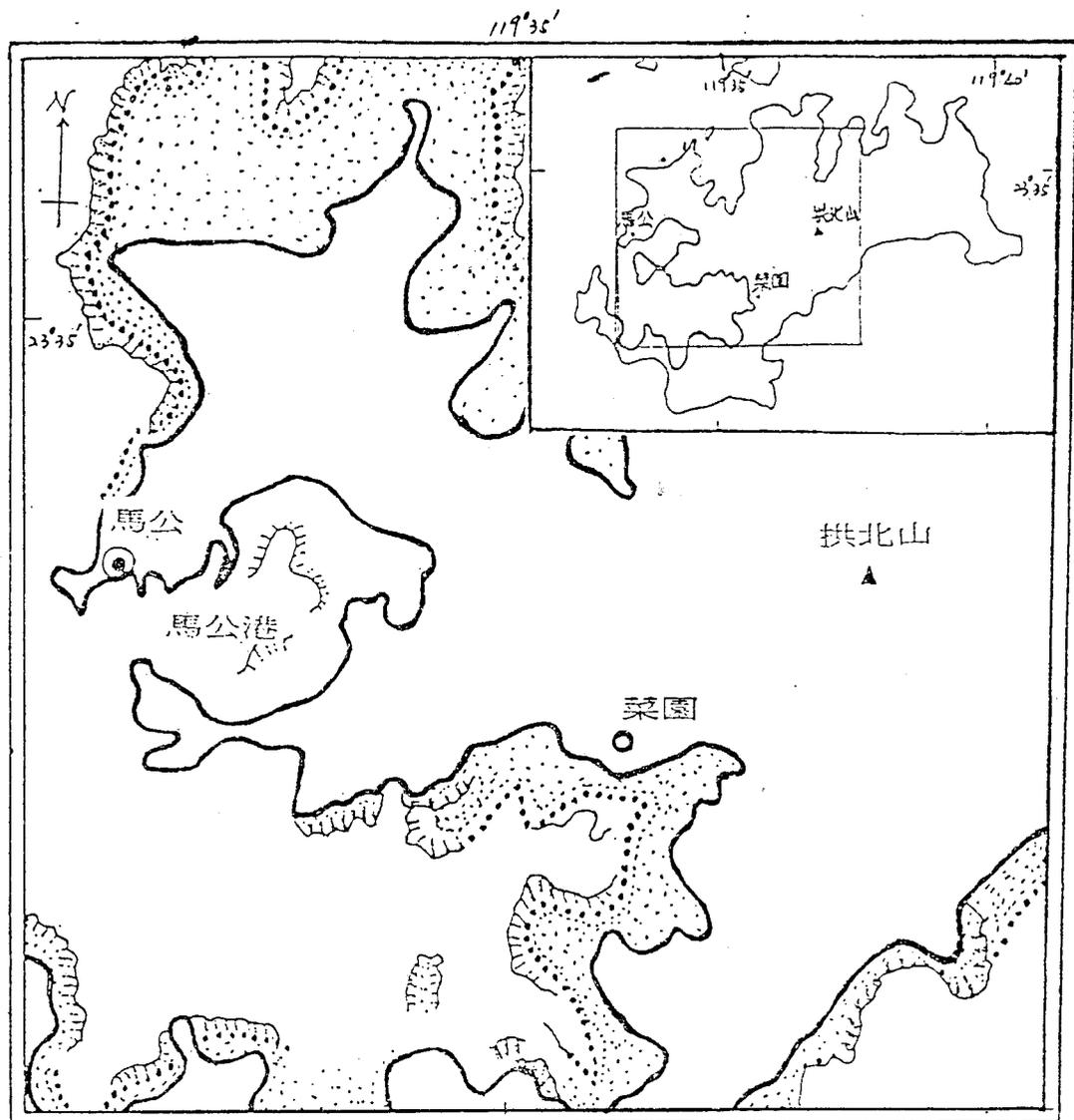


圖1 實驗地點……菜園所在位置圖

的觀察：

每月取不同苗種的牡蠣各兩串，先將整串牡蠣攤平於地面，逐叢記錄附著動物的種類和扁蟲出現的數目。自 77 年 3 月起，以肉眼判斷 10 月苗及 12 月苗上附著動物佔有牡蠣叢表面積的比例，分別給予 1 (100%)，3/4 (75%)，1/2 (50%)，1/4 (25%) 及 1/8 (12.5%) 的估值（參考 Toshiaki and Hibino, 1982）。（扁蟲研究主要由中研院及中山大學海生所負責）。

將附於牡蠣外殼的動物取下，浸泡於 10% 福馬林中，固定 24 小時，再換入 70% 酒精中，以備分類之用。

每串牡蠣依牡蠣叢所在深度不同區分為上層（水表層 0 m），中層（水下 1 公尺

-1 m) 及下層 (水下 2 公尺 -2 m)。每層取 2 叢牡蠣，剝離牡蠣叢。牡蠣依大小排列計數之後，取 5 個為樣本 ($n/5=x$, n 為該叢牡蠣總個體數，依 1, $1+x$, $1+2x$ ……, 取樣)，即每串牡蠣採取 30 個樣本。每個牡蠣分析其肥滿度 (condition factor) 及附著動物的覆蓋面積。方法如下：

以體積置換法 (阿基米德原理)，量取牡蠣殼的內容積 (未去肉之牡蠣總體積減去去肉後牡蠣殼體積)。將肉取出，稱濕重，求得牡蠣肥滿度 {公式 = (濕重 (g) / 內容積 (cc)) × 100} (His and Robert, 1987)。(這部份與中研究及澎湖水試所合作，由該院分析發表)。

去肉的牡蠣殼編號後，以 10% 福馬林固定，計量牡蠣殼及其上的附著動物的面積。方法如下：將透明軟塑膠膜覆於牡蠣殼表面，以油性筆圈出殼上附著動物所佔範圍。再以鋁箔紙包裹牡蠣外殼，剪除多餘的部份，攤平。以 MOP-VIDEOPLAN (Kontron Electronic Group, 西德製) 的 IMAGE ANALYSIS SYSTEM 套裝軟體測量鋁箔和塑膠膜所佔的面積。

2. 去除附著生物

在 6 月時，將牡蠣串以淡水沖洗或置於淺坪上曝曬 4~5 天，使附著於牡蠣外殼的生物死亡或脫落，再放置牡蠣串回原來生活的水域中。經一個月或 2 個月後，如上述方式調查附著動物。以便與未經處理者比較其附著動物的變化量及牡蠣的成長狀況。

(二) 分析方法

1. 附著動物種類的分析

鑑別附著動物的種類，累計該月出現的種數，分析其變動情形。合併 10 月苗和 12 月苗的動物種類，做月別間種類出現的相似性分析。將原始資料轉換成二態 (binary) 的方陣，以 NT-SYS 套裝軟體中的 UPGMA 來分析其值 (Romesburg, 1984; Rohlf, 1987)。

分析各別優勢種的出現時間 (優勢種的定義見分析方法)。依據附著動物佔有牡蠣叢表面積的估值，分析附著動物空間分布的變化。

2. 覆蓋率的分析

覆蓋率的計算公式為該種種類所佔的面積除以其所在殼的面積 { (該類佔有面積 / 殼面積) × 100% }。此覆蓋率為相對值，資料先經由 LOTUS 的 arcsin 函數轉換 (Sokal and Rohlf, 1981)，再以 STATGRAPHIC 套裝軟體的直線迴歸 (linear regression) 或單向變方分析 (one-way ANOVA) 或複迴歸 (multiple regression) 分別測試下列個項：

總覆蓋率的分析：按月分別累計所有附著動物覆蓋率及各別種類覆蓋率。分析每月

覆蓋率的變化情形及各別種類在總覆蓋率的比例。

分析各別優勢種其覆蓋率的變化情形。各別種類的所有月份覆蓋率總和高於 2% 者，稱為優勢種。

上、中、下三層與上、下殼月別間的覆蓋率分析：以巢式變方分析 (nested ANOVA)，分別測試 10 月苗及 12 月苗之上、中、下三層，及上、下殼覆蓋率的月別變化情形。

3. 清洗效應的分析

以單向變方分析測試經去除處理的 10 月苗及 12 月苗其上、中、下三層，及上、下殼覆蓋率的月別變化。並與未經處理者比較其覆蓋率、牡蠣肥滿度、牡蠣死亡數及扁蟲出現的變化情形。

4. 覆蓋率與牡蠣肥滿度、牡蠣死亡數及扁蟲出現數的關係分析

覆蓋率與牡蠣肥滿度的分析：以直線迴歸及單向變方分析測試抑制苗、經去除處理與未經處理的 10 月苗及 12 月苗等 5 類牡蠣附著動物覆蓋率與肥滿度的關係。

覆蓋率與牡蠣死亡數的分析：以單向變方分析測試經去除處理及未經去除處理的 10 月苗及 12 月苗等 4 類牡蠣附著動物覆蓋率與牡蠣死亡數的關係。

覆蓋率與扁蟲出現數的分析：以直線迴歸和單向變方分析，測試經去除處理與未經去除處理的 10 月苗和 12 月苗等 4 類牡蠣附著動物覆蓋率與扁蟲出現數的關係。

牡蠣死亡數與覆蓋率及扁蟲出現數關係之分析：以複迴歸法分析牡蠣死亡數與覆蓋率及扁蟲出現數三者間的關係。

三、結 果

(一) 附著動物的種類

從民國 76 年 12 月至 77 年 9 月止，在牡蠣外殼共計觀察到附著動物 28 種。分別為海綿動物門 2 種、腔腸動物門 3 種、苔蘚動物門 4 種、軟體動物門 6 種、環節動物門 3 種、節肢動物門 3 種及脊索動物門 7 種 (表 1)。

1. 時間變化——

因為調查初期尚無法完全將附著動物種類辨認清楚，所以抑制苗部份未記錄。僅就 10 月苗和 12 月苗討論其月別變化 (圖 2A)，在 10 月苗殼上出現的種數，由 3 月的 7 種上升到 7 月的 10 種，8 月急速上升到 16 種，9 月略微下降，有 13 種。在 12 月苗殼上出現的種類由 3 月的 5 種上升到 7 月的 8 種，8 月急速上升到 14 種。二種苗種其種別出現變化曲線十分相似，合併 10 月苗及 12 月苗而論，種數的出現由 5 種到 16 種，種類數目月別間變化明顯。

表 1 澎湖菜園牡蠣外殼附著動物種類表 (物種排序依各門優勢種排列)

Phylum Porifera	<i>Sycettida</i> sp. unknown sp. of Mycalidae
Phylum Cnidaria	<i>Haliplanella lineata</i> (Verill) <i>Sertularia symplectoscyphus</i> (Alder) <i>Cladonema uchidai</i> Hirai
Phylum Bryozoa	<i>Dakaria subovoidea</i> (Audouin) <i>Schizoporella unicornis</i> (Jophnston) <i>Schizoporella</i> sp. <i>Bugula neritina</i> (Linneus)
Phylum Mollusca	<i>Monia</i> sp. <i>Serpulorbis medusae</i> Linneus <i>Pern viridis</i> (Linneus) <i>Pinctada fūcatā</i> (Gould) <i>Pinctada maxima</i> (Jameson) <i>Septifer</i> sp.
Phylum Annelida	<i>Hydroides elegans</i> (Haswell) <i>Dexiospira spirillum</i> (Linneus) <i>Branchiomma</i> sp.
Phylum Arthropoda	<i>Elasmopus</i> sp. <i>Balanus albicostatus</i> Pilsbry <i>Balanus improvisus</i> Darwin
Phylum Chordata	<i>Styela plicata</i> (Lesueur) <i>Didemnum (Didemnum) fuscum</i> (Oka) <i>Pyura vittata</i> Stimpson <i>Diplosoma mistsukurii</i> Oka <i>Pyura sacciformis</i> (Drasche) <i>Polyclinum constellatum</i> (Savigny) <i>Corella japonic</i> var. <i>asamusi</i> Oka

2. 月別相似性分析——

以每月所出現的種類做月別間的相似性分析 (圖 3、爲以 NT-SYS 所轉換成的相似性矩陣)。結果 4 月與其他月份的相似度最低，獨立成一組。其他月份中，3、5、6 月與 7、8、9 月各自成羣。

3. 各別優勢種之月別變化——

優勢種出現的時間也各有不同 (圖 4)。多毛類 *Hydroides elegans*，苔蘚蟲 *Dakaria subovoidea*，海鞘 *Didemnum fuscum*，*Pyura vittata* 和 *Styela plicata* 由 12~9 月皆有出現。海綿 *Mycalidae* 出現於 12~3 月及 7~9 月。海綿 *Sycettida* sp. 出現於 12~3 月及 7~9 月。水螅 *Sertularia symplectoscyphus* 出現於 12~3

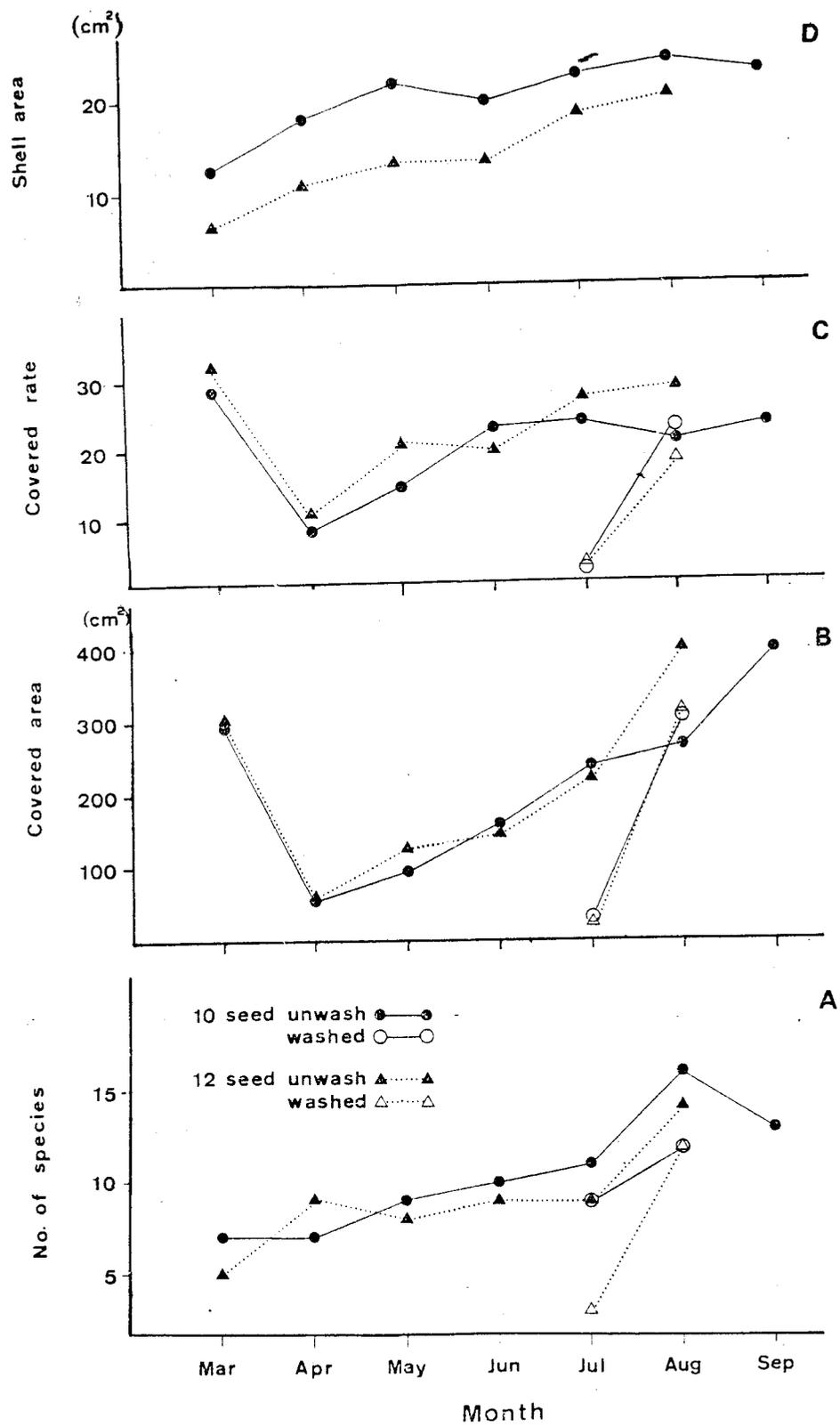


圖 2 附著動物種類出現(A), 覆蓋面積(B), 覆蓋率(C), 牡蠣殼面積(D)之月別變化

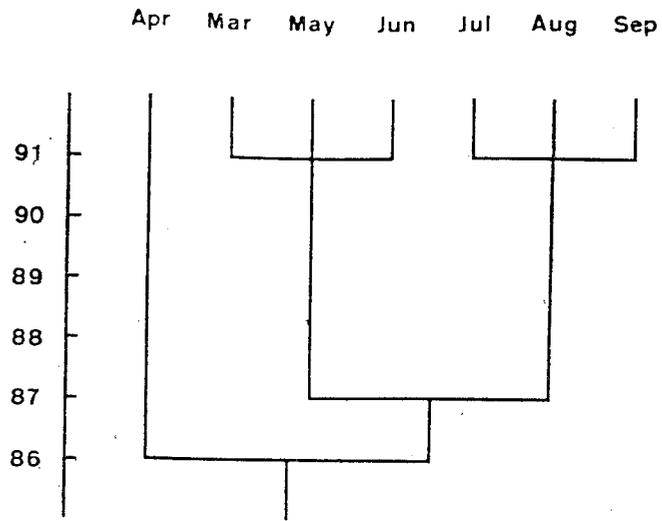


圖3 月別間附著動物出現種類之相似性樹狀圖

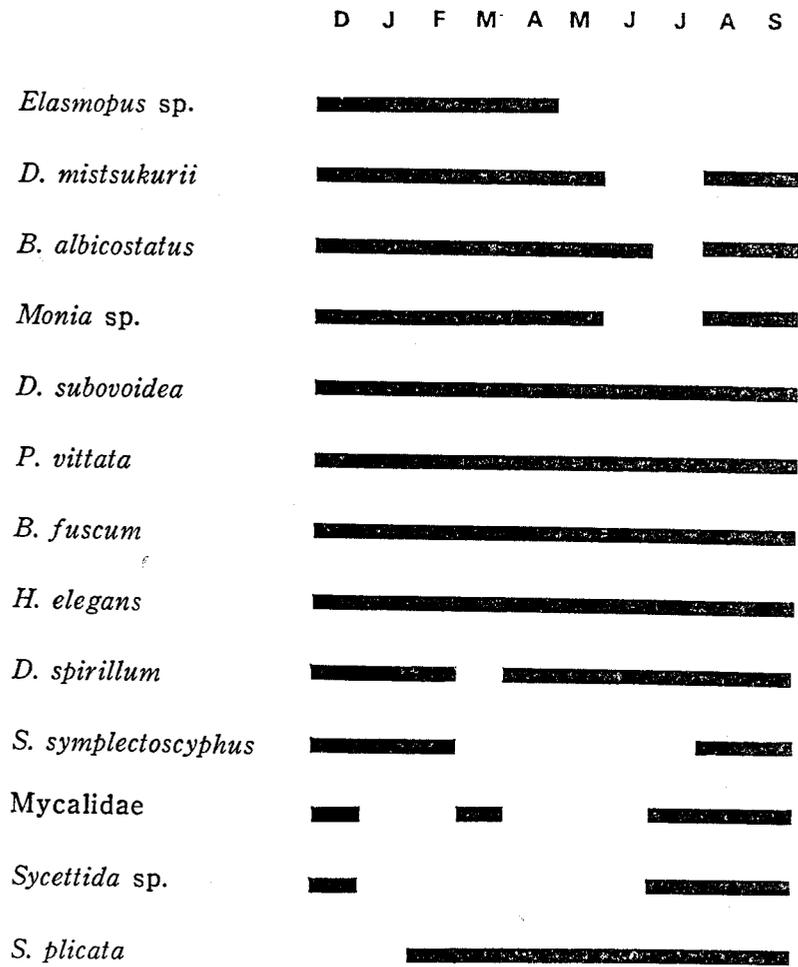


圖4 優勢種的出現時間(依出現時序排列)

月及 8~9 月。貝類 *Monia* sp. 出現於 12~2 月及 4~9 月。多毛類 *Dexiospira spirillum* 出現於 12~2 月及 4~9 月。端脚類 *Elasmopus* sp. 所棲息的泥管出現於 12~4 月。藤壺 *Balanus albicostatus* 出現於 12~5 月及 8~9 月。海鞘 *Diplosoma mistsukurii* 出現於 12~2 月及 4~9 月。

4. 空間變化——

牡蠣叢上的附著動物種類，亦隨空間的不同而有變化，上、中、下三層出現的種類數目（圖 5）沒有差別，但組成不同（表 2）。有些種類在上、中、下三層皆可發現，如多毛類 *H. elegans* 和 *D. spirillum*，端脚類 *Elasmopus* sp. 的泥管和海鞘 *S. plicata*。水螅 *S. symplectoscyphus* 多分布於上層，海綿 *Mycalidae* 和 *Sycettida* sp. 多分布於上、中層。苔蘚蟲 *D. subovoidea* 分布於中、下層，海鞘 *D. fuscum* 首先出現於下層，再向中層、上層分散。海鞘 *D. mistsukurii* 多分布於下層。

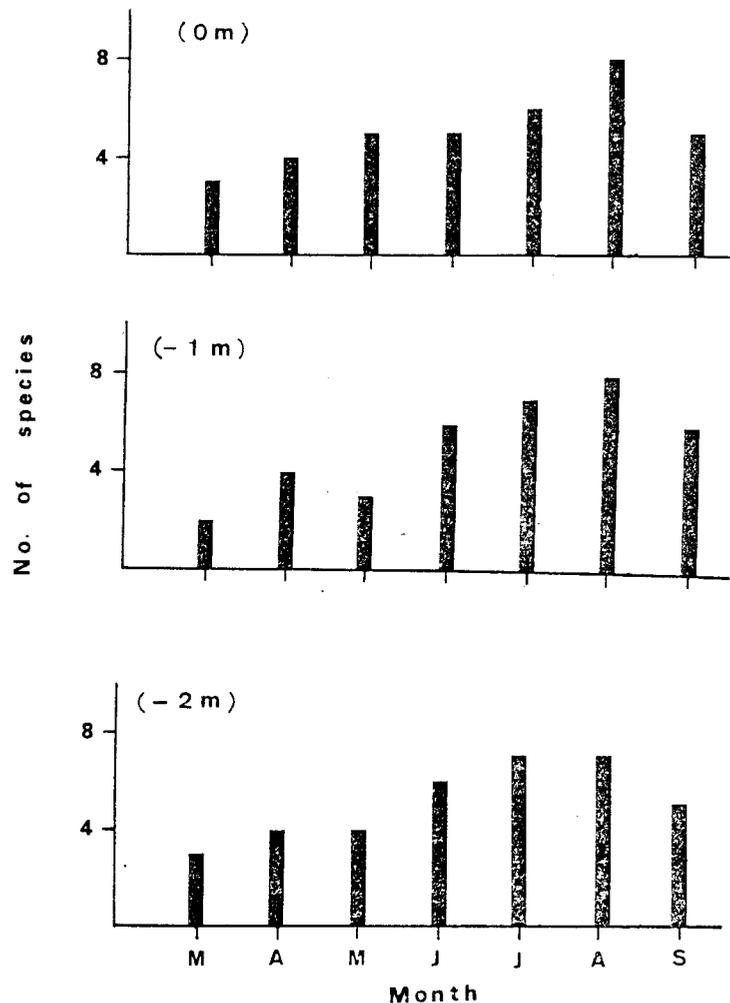


圖 5 上中下三層附著動物數目之月別變化

表2 附著動物在上、中、下三層的分布情形
(依覆蓋牡蠣叢表面積比例多寡排列)

	上層	%	中層	%	下層	%
March	<i>Elasmopus</i> sp.	50	<i>Elasmopus</i> sp.	50	<i>Elasmopus</i> sp.	50
	<i>S. plicata</i>	12	<i>S. plicata</i>	12	<i>H. elegans</i>	12
					<i>S. plicata</i>	12
April	<i>Elasmopus</i> sp.	25	<i>S. plicata</i>	12	<i>S. plicata</i>	50
	<i>S. plicata</i>	12	<i>D. subovoidea</i>	12	<i>Elasmopus</i> sp.	12
	<i>D. subovoidea</i>	12	<i>H. elegans</i>	12	<i>H. elegans</i>	12
					<i>D. fuscum</i>	12
May	<i>S. plicata</i>	12	<i>S. plicata</i>	25	<i>S. plicata</i>	25
	<i>H. elegans</i>	12	<i>H. elegans</i>	12	<i>H. elegans</i>	12
					<i>D. fuscum</i>	12
June	<i>H. elegans</i>	25	<i>S. plicata</i>	12	<i>H. elegans</i>	25
	<i>D. spirillum</i>	25	<i>H. elegans</i>	12	<i>D. spirillum</i>	25
	<i>S. plicata</i>	25	<i>D. spirillum</i>	12	<i>S. plicata</i>	25
	<i>D. subovoidea</i>	12	<i>D. subovoidea</i>	12	<i>D. fuscum</i>	25
July	<i>D. subovoidea</i>	25	<i>H. elegans</i>	25	<i>H. elegans</i>	25
	<i>D. spirillum</i>	25	<i>D. spirillum</i>	25	<i>D. spirillum</i>	25
	<i>H. elegans</i>	25	<i>D. fuscums</i>	12	<i>D. fuscum</i>	12
			<i>D. subovoidea</i>	12	<i>D. mistsukurii</i>	12
August	<i>H. elegans</i>	12	<i>H. elegans</i>	25	Mycalidae	25
	<i>D. spirillum</i>	12	<i>D. spirillum</i>	25	<i>D. spirillum</i>	12
	<i>D. fuscum</i>	12	<i>D. fuscum</i>	12	<i>D. fuscum</i>	12
	Mycalidae	12	<i>D. subovoidea</i>	12	<i>H. elegans</i>	12
September	<i>D. fuscum</i>	50	<i>D. fuscum</i>	50	<i>D. fuscum</i>	50
	<i>D. mistsukurii</i>	12	Mycalidae	12	<i>D. mistsuktrii</i>	12
	<i>S. symplectoscyphus</i>	12			<i>Sycettida</i> sp.	12

(二) 覆蓋率

1. 總覆蓋率的變化——

總覆蓋率(見表3)中,以海鞘 *D. fuscum* 的覆蓋率最高(126.45%),佔總覆蓋率的30%。其次為海鞘 *S. plicata*,佔15%,再者為苔蘚蟲 *D. subovoidea* 及端腳類 *Elasmopus* sp. 分別佔12%和11%。換言之,其餘24種只佔了32%左右。由覆蓋率的月別變化(圖2C)顯示,抑制苗的的覆蓋率變化不太大(表4),12月時為32.2%,1月為38.3%,2月為51.6%。10月苗(表5)在3月高達29.0%

表3 抑制苗、10月苗及12月苗合併之覆蓋率總和

優 勢 種	抑制苗	10月苗	12月苗	覆蓋率總和
<i>Sycettida</i> sp.	0.17	2.90	0.43	3.41
Mycalidae	0.21	2.40	1.27	3.88
<i>S. symplectoscyphus</i>	32.57	0.92	0.21	33.70
<i>D. subovoidea</i>	8.90	15.49	23.41	48.07
<i>Monia</i> sp.	4.75	6.00	2.93	13.68
<i>H. elegans</i>	1.05	6.76	6.92	14.73
<i>D. spirillum</i>	1.97	1.49	1.46	4.92
<i>B. albicostatus</i>	6.99	0.37	0.40	7.76
<i>Elasmopus</i> sp.	17.94	2.71	12.28	45.60
<i>D. fuscum</i>	30.68	56.49	47.32	126.45
<i>S. plicata</i>	0.04	32.47	32.86	62.97
<i>D. mistsukurii</i>	14.32	7.04	6.07	25.05
<i>P. vittata</i>	2.71	8.87	4.33	15.91
其他種				11.24
總 和	122.30	143.91	139.89	417.34

表4 抑制苗外殼上優勢種覆蓋率的月別變化

優 勢 種	抑 制 苗			覆蓋總和
	Dec.	Jan.	Feb.	
<i>Sycettida</i> sp.	0.17			0.17
Mycalidae	0.21			0.21
<i>S. symplectoscyphus</i>	14.78	10.89	6.90	32.57
<i>D. subovoidea</i>	1.70	4.32	2.88	8.90
<i>Monia</i> sp.	1.07	1.09	2.59	4.75
<i>H. elegans</i>	0.66	0.17	0.22	1.05
<i>D. spirillum</i>	1.04	0.86	0.07	1.97
<i>B. albicostatus</i>	1.30	2.48	3.21	6.99
<i>Elasmopus</i> sp.	1.81	12.92	3.06	17.94
<i>D. fuscum</i>	5.10	2.94	22.64	30.68
<i>S. plicata</i>			0.04	0.04
<i>D. mistsukurii</i>	4.01	2.44	7.87	14.32
<i>P. vittata</i>	0.32	0.23	2.16	2.71
總 和	32.17	38.34	51.64	122.40

表 5 10 月苗外殼上優勢種覆蓋率的月別變化

優勢種 月份	10 月 苗							覆蓋率和
	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	
<i>Sycettida</i> sp.					0.13	1.46	1.31	2.90
Mycalidae	0.11				1.03	1.11	0.15	2.40
<i>S. symplectoscyphus</i>						0.14	0.78	0.92
<i>D. subovoidea</i>	4.30	0.30	1.64	5.20	2.72	1.48	0.12	15.49
<i>Monia</i> sp.	1.10	0.26	0.02			0.65	3.97	6.00
<i>H. elegans</i>	3.56	0.18	0.20	2.01	0.36	0.25	0.20	6.76
<i>D. spirillum</i>	0.11	0.11	0.15	0.55	0.41	0.25	0.02	1.49
<i>B. albicostatus</i>	0.15	0.16	0.02			0.05	0.14	0.37
<i>Elasmoyus</i> sp.	12.82	2.71						2.71
<i>D. fuscum</i>	4.78	0.66	2.96	6.06	11.54	8.95	13.50	56.49
<i>S. plicata</i>	2.38	3.82	7.04	7.15	6.30	2.17	1.21	32.47
<i>D. mistsukurii</i>		0.12	1.12	1.04		2.22	0.16	7.04
<i>P. vittata</i>	0.01	0.14	1.11	1.60	1.96	1.80	2.25	8.87
總 和	29.06	8.46	14.26	23.61	24.45	20.53	23.81	143.91

表 6 12 月苗外殼上優勢種覆蓋率的月別變化

優勢種 月份	12 月 苗							覆蓋率和
	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.		
<i>Sycettida</i> sp.					0.01	0.33	0.43	
Mycalidae					1.02	0.25	1.27	
<i>S. symplectoscyphus</i>						0.21	0.21	
<i>D. subovoidea</i>	8.60	0.99	4.31	2.82	4.10	2.57	23.41	
<i>Monia</i> sp.	1.00	0.05	0.40			1.45	2.93	
<i>H. elegans</i>	3.70	0.19	0.49	1.70	0.30	0.50	6.92	
<i>D. spirillum</i>		0.13	0.44	0.35	0.39	0.15	1.46	
<i>B. albicostatus</i>		0.21	0.15			0.04	0.40	
<i>Elasmopus</i> sp.	9.90	2.32					12.28	
<i>D. fuscum</i>	6.40	2.65	5.46	3.26	14.05	15.46	47.32	
<i>S. plicata</i>	2.80	3.02	6.20	9.09	6.63	5.09	32.86	
<i>D. mistsukurii</i>		0.68	1.70	1.06		2.63	6.07	
<i>P. vittata</i>	0.30	0.06	1.36	1.30	1.10	0.19	4.33	
總 和	32.90	10.30	20.51	19.58	27.60	28.87	139.89	

，4月時下降至8.5%，5月~7月開始上升至24.5%，8月為20.5%，9月為23.8%，自6~9月，覆蓋率上升趨勢漸趨平緩。12月苗（表6）在3月時覆蓋率為32.9%，4月時亦降至10.3%，5月~7月上升至27.6%，8月為28.9%。就變化趨勢，10月苗和12月苗的情形十分相似。

比較附著動物覆蓋面積（圖2B）、附著動物覆蓋率（圖2C）及牡蠣殼面積（圖2D）的月別變化，在4月時覆蓋率下降，是覆蓋面積下降所致，而與牡蠣殼面積變化沒有明顯關係。

2. 各別優勢種覆蓋率的變化——

各別優勢種覆蓋的變化如表4、5、6所示。水媳 *S. symplectoscyphus* 出現於12~3月及8~9月，覆蓋率於12月最高，逐漸下降，4月時消失，8~9月又開始出現。苔蘚蟲 *D. subovoidea* 12~9月月皆有出現，以3月時覆蓋率最高，1月、6月有小峰出現。端腳類 *Elasmopus* sp. 的泥管出現於12~4月，在1月和3月時有高峰出現，5月即告消失。海鞘 *D. fuscum* 在12~9月皆有出現，覆蓋率於2月最高，3、4月下降，5~9月又急速上升。海鞘 *S. plicata* 出現於12~9月，以5~6月覆蓋率最高，7~8月開始下降，9月時有小個體出現。其餘種類的變化量皆不大，多毛類 *H. elegans* 在12~9月皆出現，在3月及6月時有小峰出現，藤壺 *B. albicostatus* 出現於12~5月及8~9月，在2月時有小峰出現。牡蠣 *Monia* sp. 出現於12~5月及8~9月，以9月時最高。海鞘 *P. vittata* 在12~9月皆出現，在2月時有小峰出現。海綿 *Mycalidae* 出現於12~3月和7~9月，在8月時有小峰出現，海綿 *Sycettida* sp. 出現12月及7~9月，在8月時有小峰出現。多毛類 *D. spirillum* 出現於12~2月及4~9月，以12月及6、7月出現量較多。

3. 上、中、下三層和上、下殼覆蓋率的月別間變化——

(1) 上、中、下三層覆蓋率的變化——

上、中、下三層其覆蓋率有上層大於中層大於下層的現象，但沒有明顯差別。（10月苗 $F=2.75$ ；12月苗 $F=2.18$ ，皆不顯著）

(2) 上、下殼覆蓋率的月別變化——

抑制苗其上、下殼覆蓋率沒有明顯差別（ $F=0.37$ ），而10月苗（ $F=103.70$ ， $n=420$ ， $p<0.01$ ）及12月苗（ $F=129.92$ ， $n=416$ ， $p<0.01$ ），上殼覆蓋率大於下殼覆蓋率。月別間的變化如下；10月苗，在3月時上殼覆蓋率大於下殼覆蓋率，4月及5月相差不顯著，6月及7月差別顯著，8月9月又不顯著。12月苗也是相似的變化情形。

(三) 去除處理

經去除處理的牡蠣串上出現的種數（10月苗8種；12月苗3種）較未處理者（10

月苗 10 種；12 月苗 8 種）爲低（圖 2A）。

1. 上、下殼的覆蓋率

清洗後一個月，上、下殼的覆蓋率沒明顯差異（10 月苗 $F=0.51, n=60, p>0.05$ ；12 月苗 $F=0.34, n=59, p>0.05$ ），清洗後二個月，又回復上殼覆蓋率大於下殼覆蓋率（10 月苗 $F=5.83^*, n=58, 0.01<p<0.05$ ；12 月苗 $F=4.02^*, n=60, 0.01<p<0.05$ ）。

2. 空間變化

在空間分布上，處理後一個月者，覆蓋率爲上層大於中層大於下層（10 月苗上層 $\bar{x}=0.021$ ，中層 $\bar{x}=0.019$ ，下層 $\bar{x}=0.018$ ；12 月苗上層 $\bar{x}=0.018$ ，中層 $\bar{x}=0.016$ ，下層 $\bar{x}=0.015$ ）。處理後二個月，成爲上層大於下層大於中層（10 月苗上層 $\bar{x}=0.186$ ，中層 $\bar{x}=0.089$ ，下層 $\bar{x}=0.154$ ；12 月苗上層 $\bar{x}=0.143$ ，中層 $\bar{x}=0.099$ ，下層 $\bar{x}=0.114$ ）。

3. 與未處理者比較

處理後一個月的覆蓋率（10 月苗 = 2.68%；12 月苗 = 3.71%）爲未經處理者（10 月苗 = 24.45%；12 月苗 = 27.6%）的 12%（表 7）。處理後二個月，經處理者覆蓋率急速上升（圖 2C）（10 月苗 = 23.41%；12 月苗 = 18.51%）爲處理一個月者的 6.6 倍

表 7 未經去除處理及經過處理的 10 月苗及 12 月苗其優勢種覆蓋率的比較

優勢種 月份	未經去除處理				覆蓋率和	經去除處理				
	10月苗		12月苗			10月苗		12月苗		
	Jul.	Aug.	Jul.	Aug.		Jul.	Aug.	Jul.	Aug.	
<i>Sycettida</i> sp.	0.13	1.46	0.01	0.33	1.93	0.13	0.45	0.51	0.99	
Mycalidae	1.03	1.11	1.02	0.25	3.41	1.08	0.45	0.45	1.53	
<i>S. symplectoscyphus</i>		0.14		0.21	0.35	0.32		0.26	0.58	
<i>D. subovoidea</i>	2.72	1.48	4.10	2.57	10.87	1.24	2.53	1.14	2.68	7.59
<i>Monia</i> sp.		0.65		1.45	2.10			0.56	0.56	
<i>H. elegans</i>	0.36	0.25	0.30	0.50	1.41	3.96	1.45	2.50	7.91	
<i>D. spirillum</i>	0.41	0.25	0.39	0.15	1.20	0.25	0.20	0.03	0.40	0.88
<i>B. albicostatus</i>		0.05		0.04	0.09	0.23	0.03	0.60	0.86	
<i>Elasmopus</i> sp.						2.04		1.11	3.15	
<i>D. fuscum</i>	11.54	8.95	14.05	15.46	50.00	1.08	8.73	1.05	7.19	18.05
<i>S. plicata</i>	6.30	2.17	6.63	5.09	20.19	0.33		0.31	0.64	
<i>D. mistsukurii</i>		2.22		2.63	4.85	2.71		1.83	4.54	
<i>P. vittata</i>	1.96	1.80	1.10	0.19	5.05	0.08	0.83	0.01	0.11	1.03
總 和	24.45	20.53	27.60	28.87	101.45	2.68	23.41	3.71	18.51	48.31

爲未處理者 (10 月苗 = 20.53% ; 12 月苗 = 28.87%) 的 73%。

4. 肥滿度、牡蠣死亡數、扁蟲出現數的變化

經去除處理後，牡蠣的肥滿度 (10 月苗 34.81 ± 15.9 $n=60$; 12 月苗 30.3 ± 8.57 , $n=60$) 較未處理 (10 月苗 28.8 ± 11.6 $n=58$; 12 月苗 25.72 ± 8.88 , $n=58$) 爲高，而且扁蟲出現數目下降，經處理者 (10 月苗 4.25 ± 2.06 $n=4$ 串 ; 12 月苗 4.75 ± 3.0 $n=4$) 較未經處理者 (10 月苗 21.5 ± 6.5 $n=4$; 12 月苗 24.25 ± 2.2 $n=4$) 爲低。覆蓋率與牡蠣死亡數沒有相關關係存在 (10 月苗, $R^2=0.0077$, $n=4$, $p>0.05$; 12 月苗 $R^2=0.0578$, $n=4$, $p>0.05$)。

(四) 覆蓋率與牡蠣肥滿度，牡蠣死亡數，扁蟲出現數的關係

1. 覆蓋率與牡蠣肥滿度——

經單向雙方分析，找出決定係數 R^2 ，牡蠣肥滿度與覆蓋率沒有明顯關係存在 (抑制苗 $r=0.1032$; 10 月苗 $r=0.1086$; 12 月苗 $r=0.112$)。

2. 覆蓋率與牡蠣死亡數——

覆蓋率與牡蠣死亡數呈明顯的正向關係 (10 月苗 $R^2=0.33$, $F=16.25^{**}$, $p<0.01$; 12 月苗 $R^2=0.3297$, $F=37.39^{**}$, $p<0.01$)。

3. 覆蓋率與扁蟲出現數——

每叢牡蠣覆蓋率與扁蟲出現數呈明顯的正向關係 (10 月苗 $R^2=0.430$, $F=7.31^{**}$, $p<0.01$; 12 月苗 $R^2=0.3870$, $F=26.30^{**}$, $p<0.01$) (圖 6、7)。

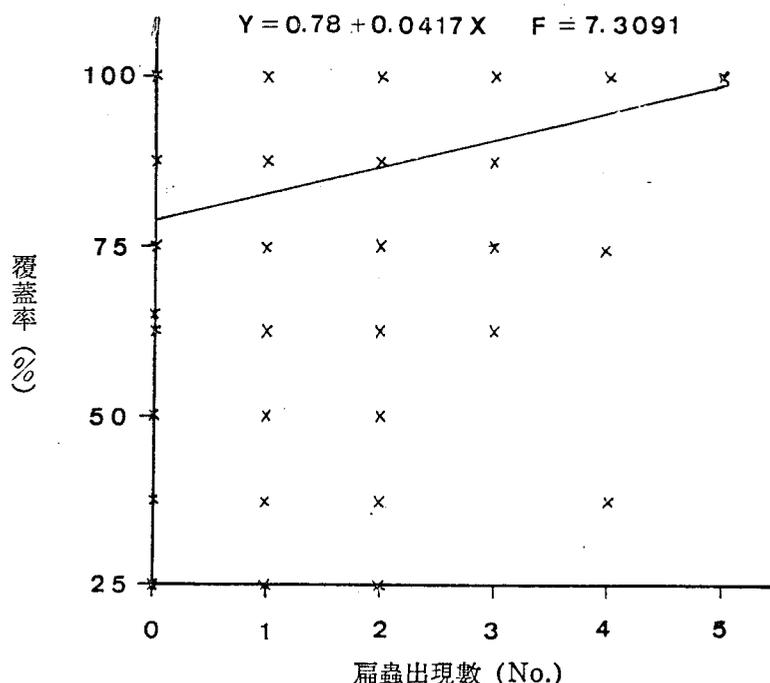


圖 6 10 月苗每叢牡蠣覆蓋率與扁蟲出現數之直線迴歸圖

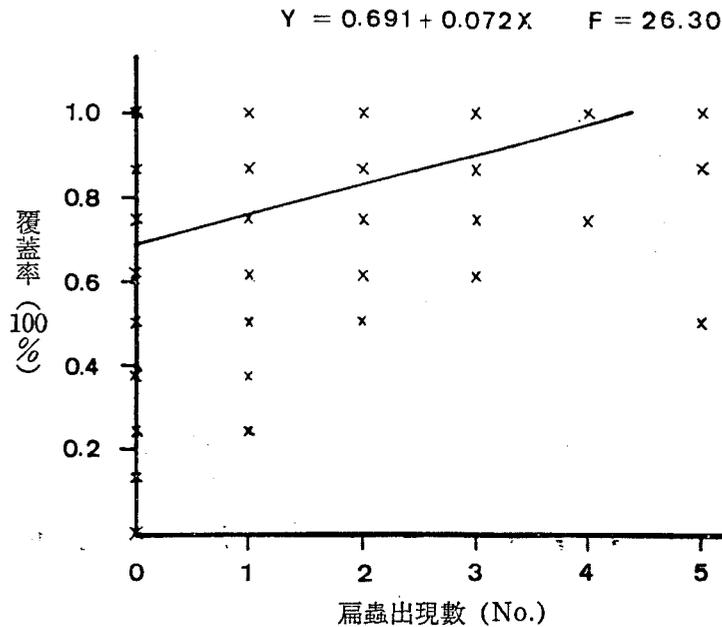


圖 7 12 月苗每叢牡蠣覆蓋率與扁蟲出現數之直線迴歸圖

4. 牡蠣死亡數與覆蓋率及扁蟲出現數三者的關係——

經過複迴歸分析，牡蠣死亡數與覆蓋率及扁蟲出現數呈正向相關關係（表 8）（10 月苗 $R^2=0.4613^{**}$ ；12 月苗 $R^2=0.4325^{**}$, $p<0.01$ ）。就覆蓋率及扁蟲出現數而言，扁蟲出現數與牡蠣死亡數的相關程度（10 月苗 $R^2=0.4463$ ；12 月苗 $R^2=0.4002$ ）遠高於覆蓋率之於牡蠣死亡數的相關程度（10 月苗 $R^2=0.0639$, ns；12 月苗 $R^2=0.1602$, ns）。

表 8 未經去除處理與經去除處理的 10 月苗及 12 月苗其牡蠣死亡數與覆蓋率及扁蟲出現數的決定係數值表

牡蠣死亡數 Y	=	a	+	覆蓋率 (x_1) b_1	+	扁蟲數 (x_2) b_2	R^2	P
10月苗	未經處理者	-1.2117		3.9372		4.3180	0.4613	**
		-1.7832		7.0227		4.4821	0.0639	*
		1.8787					0.4463	**
12月苗	未經處理者	4.7159		-1.0701		3.5851	0.3329	**
		5.2499		1.6005		3.5041	0.0077	ns
		4.0110					0.3393	**
10月苗	經處理者	-1.3256		5.3317		3.0369	0.4325	**
		2.5428		10.3042		3.4221	0.1602	**
		2.3574					0.4002	**
12月苗	經處理者	4.4932		1.2163		2.9262	0.3297	**
		5.6561		3.7388		3.0473	0.0578	ns
		5.0736					0.5769	**

ns $p>0.05$

** $p<0.01$

* $0.01<p<0.05$

四、討 論

(一) 附着動物的消長

澎湖牡蠣叢上，4月份出現的附着動物種類與相鄰月份（3月及5月）有明顯差異，而且4月時，覆蓋率和覆蓋面積也明顯下降。此乃由於澎湖地區4月正處於冬末春初，季節交替的時令，舊有的種類如端腳類 *Elasmopus* sp. 及牡蠣 *Monia* sp. 已經衰退，而新的種類開始出現，所以覆蓋率和覆蓋面積有此劇烈變動，臺灣潮間帶的魚類相在4月時也有下降的現象 (Chang *et al.*, 1973)。

就牡蠣外殼附着動物的種類數目出現情形而言，由上架、垂養於海中，在10個月內，附着動物之種數到達高峰（第9個月時有28種），隨後略微下降。這顯示澎湖牡蠣外殼附着生物之羣聚發展可能已接近成熟階段。Schoener (1974) 指出在羣聚形成的早期，出現種類的數目會快速增長，隨時間的增長，出現新種的速度也就下降。Goren (1979) 也發現在羣聚發展過程中，生物種彼此間尚無交互作用時的種類數目，高於羣聚發展已達到成熟階段時所出現的種類數目。

有許多研究報告指出，基質 (substrate) 上的有機質膜 (organic film) 或微生物膜 (microbial film) 與附着生物幼蟲的固着有密切的關係 (Mihm and Banta, 1981; Brancato and Woollacott, 1982; Kitamura and Hirayama, 1987; 田中, 1987)。影響附着生物固着的因子除了有有機膜及微生物膜之外，還有物理因子 (Patzkowsky, 1988)。Connell (1972) 指出，位於上層靠近水面的生物，受到溫度影響很大。水表層水溫變化明顯而劇烈，生物需能容忍這種快速變化。而水流和水沫也集中於上層，生物亦須耐得住水流的沖擊，而水流的季節變化 (Osman, 1977) 及流的強弱 (Jackson, 1986; Tourneux and Bourget, 1988) 皆會影響到幼蟲的固着。

4月時，上層的牡蠣叢其受光面皆無附着動物附着，附着動物集中於背光面，藻類集中於受光面，而不出現於背光面。中、下層沒有如此明顯差異的情形，這種現象在5月、6月時消失。此可能為光線照射的影響。

生物種類出現的時間與生物體本身的生殖週期有密不可分的關係 (Karlson, 1978)。就澎湖牡蠣外殼出現的海鞘 *S. plicata* 為例。在3月時，出現很多 *S. plicata* 小個體，在6月時到達最盛期（個體很大而且數量最多），7月開始衰退，8月時個體嚴重老化，在9月時又開始有小個體出現。Yamaguchi (1975) 在實驗室操作得知，*S. plicata* 一年有兩次有性生殖，一次為夏季（6~8月），一次為冬季（1~3月），本研究觀察所得結果與此吻合。Toshiaki and Hibino (1982) 的研究調查結果，*S. plicata* 的數量在9月出現最高，時間上較延後，可能是所處環境、緯度和溫度不同所致。又藤壺

B. albicostatus 在 1、2 月出現的數量較多，4、5 月也有出現。與 Soong *et al.*, (1981) 研究臺灣香山地區同種藤壺的附着週期為 3 月及 5~8 月來比較，澎湖地區的出現時間較香山地區略提早一個月。

附着動物依其棲息型式可分為單體型及羣體型。單獨型態的個體有時也會聚集在一起。在 6 月時，海鞘 *S. plicata* 佔滿了牡蠣叢表面的空間。Crisp (1979) 發現藤壺幼體會依賴於老個體的四周，形成輻射狀的分布。Buss (1979) 及 Woodin (1986) 也有類似的觀察結果。

附着動物生物體成長時期主要的就是競爭空間 (Glynn, 1976)。Jackson (1979a) 指出在羣聚中生物體的覆蓋成長 (overgrowth) 現象常常發生於生物體之成長階段或被捕食時。牡蠣叢表面，常常可發現海鞘 *D. fuscum* 覆蓋在其他種動物的上方，致使該種動物死亡或改換其棲息的地區。苔蘚蟲 *D. subovoidea* 也會覆蓋在海鞘 *S. plicata* 的表面，海綿 Mycalidae 成長快速，亦會覆蓋於其他種動物之上，七月份時在澎湖地區附着動物可能已有空間上的競爭。附着生物的成長形態可大致區分為膜狀、盤狀、直立狀、匍匐狀和葉狀 (Jackson, 1979b)。羣體形生物多以膜狀、盤狀、匍匐狀的方式成長，單體形的生物以直立居多。羣體形生物的生殖方式 (多採無性生殖)、其成長快速及且多數具有骨骼等優點，使其容易蔓延。羣體形生物又具有多種型態變化，所以可以快速成長來佔領空間 (Jackson, 1977; Sabbodin, 1979)。而單體形生物只是佔領所在的空間 (Paine, 1984)，生殖循環行有性生殖，當個體快速成長時，單體形生物只能增加個體的大小，對於空間的佔領並無太大助益。Dayton (1971) 提到，對於羣體形生物而言，具有外鞘的單體形生物無異於提供了另一個附着的空間，但是羣體動物若蔓延過度，就容易造成羣體的死亡 (Connell, 1972; Buss, 1981; Patzkowsky, 1988)。

綜合以上所述，附着動物的種類在空間上的分佈主要受物理因子 (水流、基質等) 的影響；而其出現的時間則受到附着動物本身生殖周期的影響；在羣聚發展接近成熟階段時，則受到生物體彼此空間競爭的能力強弱的影響。

(二) 去除處理的效應

就牡蠣與附着動物及扁蟲三者之間的關係而言，扁蟲對於牡蠣的影響是直接而明顯的。扁蟲除了吃食牡蠣之外，是否尚有其他影響，仍值得深入研究。另一方面，不論是否經去除處理，牡蠣肥滿度與附着動物覆蓋率皆沒有明顯的相關關係存在，但經去除處理的牡蠣其肥滿度較未經處理者為高，所以附着動物與牡蠣之間可能仍然有食物的競爭。附着動物除了是牡蠣的食物競爭者外，當附着動物死亡後，個體沉積在漁場底部，也會加速漁場老化，降低生產力，其影響也是不容忽視的。

經去除處理的牡蠣叢，在去除附着動物及扁蟲的功能上，效果十分明確。雖然清洗

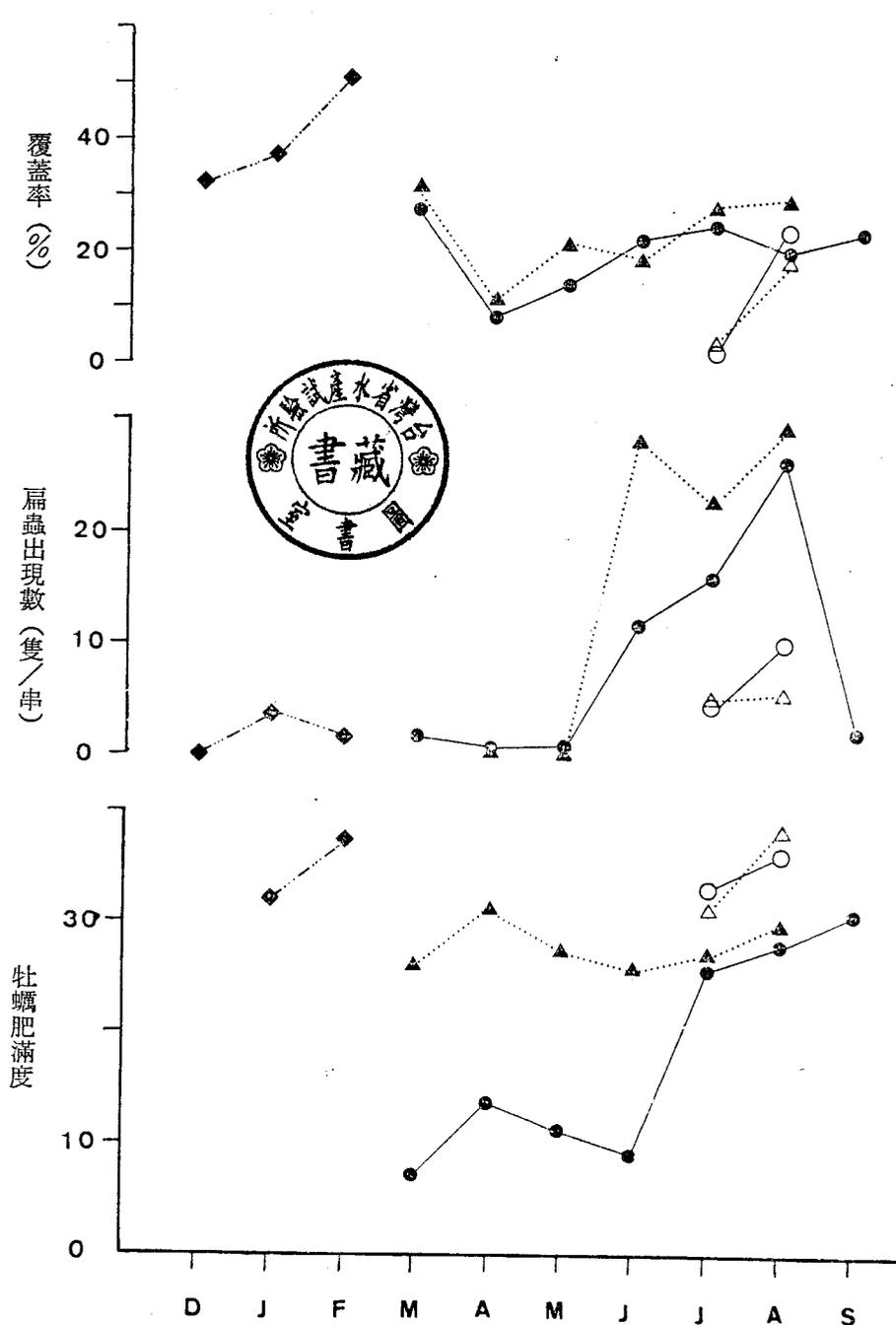


圖8 覆蓋率、扁蟲及牡蠣肥滿度三者之月別變化關係
(牡蠣肥滿度、扁蟲為未發表資料)

抑制苗■, 未經去除處理的 10 月苗●, 經去除處理的 10 月苗○
12 月苗▲ 12 月苗△

的效應在兩個月後即告消失，仍可提供有效的運用。在空間的分布變化上，附着動物的再度附着是由上、下層開始出現較多，說明了附着動物初期時，附着動物對於不同空間的選擇性。

澎湖養殖的牡蠣肥滿度在4月及7、8月皆有上升的現象（圖8）。扁蟲危害牡蠣的情形在7、8月最嚴重，（一串牡蠣上的扁蟲數目可高達29隻）。附着動物的競爭在7、8月也居高不下。所以最有利處理附着生物的時期是4月。此時養殖的牡蠣個體不太大，在操作處理及人力運用上都方便，附着動物的競爭性最低，且扁蟲為害情況也不嚴重。又與臺灣本島所養成的牡蠣其上市時間錯開，可一舉數得。

澎湖牡蠣養殖業近年來盛況不再，是由於養殖時間的延長，扁蟲為害甚劇，市場行銷管道不順暢等原因。造成養殖時間延長，可能為放養密度偏高，導致個體成長速度緩慢。這一方面，只要降低養殖密度，即可獲得改善。另一方面，也可嘗試海域施肥方式，加速其成長速度，清除底層廢架及浮物，減緩漁場老化的程度。扁蟲的為害，可以使用去除處理之，並且須要全體養殖戶共力配合，才能達到最佳的效果。在市場行銷上，可以組成類合作方式的團體，不需經過第三者，將成品直接銷售到市場，可充分掌握供需平衡。另一方面，可嘗試將生鮮牡蠣經過加工處理製成乾製品，或半成品，增加食用的選擇性。

五、參考文獻

- Brancato, M. S. and R. M. Woollacott, 1982. Effect of microbial films on settlement of bryozoan larvae (*Bugula simplex*, *B. stolonifera* and *B. turrita*). *Mar. Biol.* 71: 51-56.
- Buss, L. W., 1979. Habit selection, directional growth and spatial refuges: Why colonial animals have more hiding space. pp. 459-497. In G. Larwood and B. R. Rosen. (eds.), *Systematics Association Special Volume No. 11, Biology and Systematics of Colonial Organisms*. Academic Press, London and New York. 589 pp.
- Buss, L. W., 1981. Group living, competition, and the evolution of cooperation in a sessile invertebrate. *Science* 213(28): 1012-1014.
- Chang, K. H., S. C. Lee, J. C. Lee and C. P. Chen, 1973. Ecological study on some intertidal fishes of Taiwan. *Bull. Inst. Zool., Academia Sinica* 12(2): 45-50.
- Chang, K. H., C. P. Chen, H. L. Hsieh and K. T. Shao, 1977. An experiment of artificial reefs with invertebrate community. *Bull. Inst. Zool., Academia Sinica* 16(1): 37-48.
- Connell, J. H., 1972. Communities interactions on marine rocky intertidal shores. *Ann. Rev. Ecol. System.* 3: 169-192.
- Crisp, D. J., 1979. Dispersal and re-aggregation in sessile marine invertebrate, particularly barnacles. pp. 319-328. In G. Larwood and B. R. Rosen. (eds.), *Systematics*

- Association Special Volume No. 11, Biology and Systematics of Colonial Organisms. Academic Press, London and New York. 589 pp.
- Dayton, P.K., 1971. Competition, Disturbance, and community organization: the provision and subsequent utilization of space in a rocky intertidal community. *Ecol. Monogr.* 41: 351-389.
- Glynn, P.W., 1976. Some physical and biological determinants of coral community structure in the Eastern Pacific. *Ecol. Monogr.* 46: 431-456.
- Goren, M., 1979. Succession of benthic community on artificial substratum at Elat (Red Sea). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 38: 19-40.
- His, E. and R. Robert, 1987. Comparative effects of two antifouling paints on the oyster *Crassostrea gigas*. *Mar. Biol.* 95: 83-86.
- Jackson, G.A., 1986. Interaction of physical and biological process in the settlement of planktonic larvae. *Bull. Mar. Sci.* 39(2): 202-212.
- Jackson, J.B.C., 1977. Competition on marine hard substrata: the adaptive significance of solitary and colonial strategies. *Am. Nat.* 111: 743-767.
- Jackson, J.B.C., 1979a. Overgrowth competition between encrusting cheilostome ectoprocts in Jamaican cryptic reef environment. *J. Anim. Ecol.* 48: 805-823.
- Jackson, J.B.C., 1979b. Morphological strategies of sessile animals. In G. Larwood and B.R. Rosen (eds.), Systematics Association Special Volume No. 11, Biology and Systematics of Colonial Organisms. Academic Press, London and New York, 589 pp.
- Karlson, R., 1978. Predation and space utilization patterns in a marine epifaunal community. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 31: 225-239.
- Kitamura, H. and K. Hirayama, 1987. Effect of cultured diatom films on the settlement of larvae of bryozoa *Bugula neritina*. *Nippon Suisan Gakkaishi* 53(8): 1383-1385.
- Lin, Y.S. and H.C. Tang, 1980. Biological studies on cultured oyster in Penghu. *Bull. Inst. Zool., Academia Sinica* 19(2): 15-22.
- Mihm, J.M. and W.C. Banta, 1981. Effects of adsorbed organic and primary fouling films on bryozoan settlement. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 54: 167-179.
- Miller, R.H., 1952. The annual growth and reproductive cycle of four ascidians. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 31: 41-61.
- Nishimura, K., T. Yasunaga, S. Ichikama and Y. Wakao, 1988. Development of a new antifouling method for a marine cooling water system. *Mar. Biol.* 99: 145-150.
- Osman, R.W., 1977. The establishment and development of a marine epifaunal community. *Ecol. Monogr.* 47: 37-63.
- Paine, R.T., 1984. Ecological determinism in the competition for space. *Ecology* 65(5): 1339-1348.
- Patzkowsky, M.E., 1988. Differential response of settling larvae to resident colony density in two species of *Bugula* (Bryozoa: Cheilostomata). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 124: 57-63.

- Pawlik, J. R. and D. J. Faulkner, 1986. Specific free fatty acids induce larval settlement and metamorphosis of the reef-building tube worm *Phragmatopoma californica* (Fowkes). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 102: 301-310.
- Rohlf, F. J., 1987. **NT-SYS/pc**, numerical taxonomy system for the IBM pc micro-computer (and compatibles) ver. 1.20 Applied Biostatistics Inc. N. Y.
- Romesburg, H. C., 1984. **Cluster analysis** for researchers. Clustering method. Publications. Elmont. CA.
- Sabbadin, A., 1979. Colonial structure and genetic patterns in ascidians. pp. 433-444. In G. Larwood and B. R. Rosen (eds.), Systematics Association Special Volume No. 11, **Biology and Systematics of Colonial Organisms**, Academic Press, London and New York. 589 pp.
- Scheer, B. T., 1945. The development of marine fouling communities. *Biol. Bull.* 89: 103-121.
- Schoener, A., 1974. Colonization curves for planar marine islands. *Ecology* 55: 818-827.
- Shi, J. H. and M. S. Jung, 1987. Development and succession of marine fouling organisms on artificial substrata. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 22(4): 257-270.
- Sokal, R. R. and F. J. Rohlf, 1981. **Biometry**. pp. 425-427. The principles and practice of statistics in biological research. 2nd ed., W. H. Freeman & Co., San Francisco. 859 pp.
- Soong, K. Y., C. P. Chen, K. H. Chang and T. H. Tan, 1981. Settling of oyster (*Crassostrea gigas* Thunberg) and barnacles (*Balanus (amphitrite) albicostatus* Pilsbry) in Shun-Sun. Report of the Inst. Fish. Biol. Ministry Economic Affairs National Taiwan University 3(4): 103-113.
- Tishiaki, I. and K. Hibino, 1982. Initial community development of sedentary animals on artificial substrates in Ago Bay and Matiya Bay. 三重大水實報第三號: 31-40。
- Tourneux, F. L. and E. Bourget, 1988. Importance of physical and biological settlement cues used at different spatial scales by the larvae of *Semibalanus balanoides*. *Mar. Biol.* 97: 57-66.
- Woodin, S. A., 1986. Settlement of infauna: larval choice? *Bull. Mar. Sci.* 39(2): 401-407.
- Yamaguchi, T., 1975. Growth and reproductive cycle of the marine fouling ascidians *Ciona intestinalis*, *Styela plicata*, *Leptoclinum mitsukata*, *Aburatsubo moroiso* Inlet (Central Japan). *Mar. Biol.* 29: 254-259.
- 黃瑞傑, 1983, 布袋灣附著性無脊椎動物之附著研究。國立中山大學海洋生物研究所碩士論文。
- 梁明煌, 1981, 布袋養殖牡蠣之成長與著苗研究。臺灣大學動物研究所碩士論文。
- 田中信彦, 1987, 微生物と付著珪藻。梶原武編, 海産付著生物と水産増養殖, pp. 18-27, 恒星社厚生閣, 135 pp。
- 加戸隆介, 1987, フジシボ類。梶原武編, 海産付著生物と水産増養殖, pp. 86-99, 恒星社厚生閣, 135 pp。
- 伊東義信, 1987, ウニ類種苗生産における付著珪藻の役割。梶原武編, 海産付著生物と水産増養殖

- 殖，pp. 119-130，恒星社厚生閣，135 pp。
- 梶原武，1987，海産付著生物をめぐる諸問題。梶原武編，海産付著生物と水産増養殖，pp. 9-17，恒星社厚生閣，135 pp。
- 橘高二郎，1987，餌料としての附著動物。梶原武編，海産付著生物と水産増養殖，pp. 108-118，恒星社厚生閣，135 pp。