

海洋蔓足类定向的研究

I. 糊斑藤壶在宿主体上的定向*

蔡如星 黄宗国

(杭州大学生物系) (国家海洋局第三海洋研究所)

海洋蔓足类是甲壳动物一个特殊的分支。由于它们主要营固着生活,因此与其他自由生活的种类相比,在生存竞争中常处于不利地位。但因其具有某些独特的生物学特性(例如迎着水流定向等),能够与自由生活的种类和无定向能力的固着动物进行有效竞争,并占据有利地位而成为潮间带及浅海的优势种^[4,7]。故对这类动物的定向及其他生物学特性进行研究,为了解其生存竞争提供理论依据。

海洋蔓足类定向与水流关系的问题,早就为国外学者所重视,并对其进行了大量的研究工作。共栖蔓足类宿主体上的定向问题, Crisp^[14] 等报道过在驼背鲸 *Megaptera nodosa* 体上附着的鲸藤壶 *Coronula diadema*, Hastings^[19] 报道过附着在寄生于鳞鲀的等足类 *Nerocila acuminata* 体上的条茗荷 *Conchoderma virgatum* 的定向。至于糊斑藤壶 *Balanus cirratus* 在宿主体上的定向问题,迄今尚未见报道。

一、材料与方 法

本文材料主要系作者 1970—1982 年在我国近海所采集,以及国家海洋局第二海洋研究所采自浙江沿海、厦门大学采自福建沿海的标本,同时也使用了近年来作者在室内观察、实验的结果。

定向方式的研究即统计藤壶蔓足向流、背流的个数,其示意如图 1。

定向角度的研究即测定每个藤壶蔓足伸缩方向与宿主体轴间的角度,其计算公式如下:

$$A = \frac{1}{N} \sum_i \cos \phi_i, \quad B = \frac{1}{N} \sum_i \sin \phi_i$$
$$\theta = \tan^{-1} \frac{B}{A}, \quad R = \sqrt{A^2 + B^2} \quad (N\text{——个数}, R\text{——矢量})$$

为验证藤壶定向与水流的关系,在室内以杀死宿主与正常成活宿主进行比较,观察水流对蔓足活动的影响;为验证共栖定向与底质的关系,在室内以不同厚度的泥沙进行培养,观察毛蚶 *Anadara subcrenata* 埋栖状况与藤壶的关系。

藤壶个体大小系测定峰、吻板间基底的直径。

据在自然海区和室内对糊斑藤壶的观察表明,其蔓足活动方式与水流密切相关。在

* 杭州大学陈毓山、国家海洋局第二海洋研究所黄立强、厦门大学李复雪提供部分标本,董聿茂、刘瑞玉教授审阅,特此致谢。

收稿日期: 1983年5月20日。

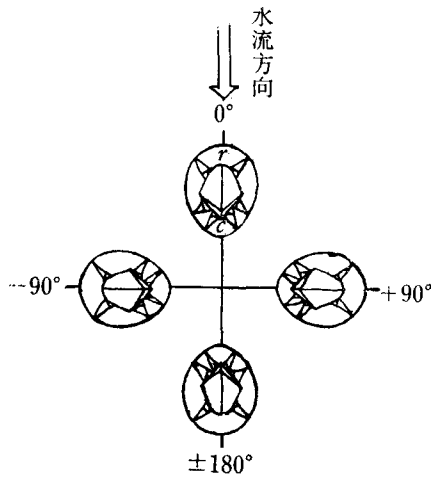


图1 藤壶定向示意
c. 示峰板; r. 示吻板。

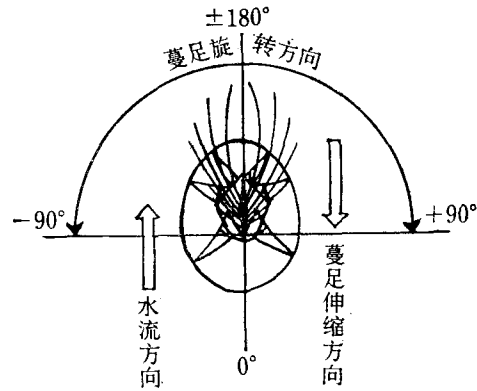


图2 蔓足类活动方式示意

潮流中,藤壶完全舒展蔓足呈扇状,迎着水流左右旋转约 90° 进行滤食和呼吸(图2);在室内静水中,蔓足则单纯地伸缩活动,且伸缩次数明显增加。这是蔓足类定向的生物学基础。

二、结 果

(一) 附着位置

据分析,糊斑藤壶在宿主体上的定向有固定位置。在不同宿主体上的定向位置不同(表1)。例如,在毛蚶和泥蚶 *Anadata granosa* 体上是附着在壳前端(图版 I: 1, 2);在营底栖生活的锯缘青蟹 *Scylla serrata* 体上,是附着在头胸甲的额缘(图版 I: 3, 5);而在营底游生活的红线黎明蟹 *Matuta planipes* 及红星梭子蟹 *Portunus sanguinolentus* 体上则主要附着在头胸甲的中央(图版 I: 4)。

表1 糊斑藤壶在不同宿主体上定向的位置和出现率的比较

宿主种类	宿主习性	定向位置	产地	出现率
毛 蚶	埋 栖	壳 前 端	福建沿海	11
			山东沿海	450
泥 蚶	埋 栖	壳 前 端	福建沿海	9
			山东沿海	117
锯缘青蟹	底 栖	头胸甲额缘	福建晋江	5
			福建莆田	17
			福建厦门	3
红线黎明蟹	底 游	头胸甲中央	福建厦门	5
红星梭子蟹	底 游	头胸甲中央	福建厦门	7

(二) 定向方式

1. 单个糊斑藤壶在蚶体上的定向

据 567 个个体分析, 单个糊斑藤壶在毛蚶和泥蚶体上的定向有 $\pm 180^\circ$ 和 0° 两种方式及 1、1', 2、2', 3、3', 4、4' 八种类型(图 3, 表 2)。其中, 1、3、2、4、1'、3'、2'、4' 仅为左、右壳之别。从表 2 可以看出, 在两种蚶体上的定向均以 $\pm 180^\circ$ 方式为主(87.2—90%)。定向频率有左、右壳之别, 左壳(53.1—57.8%) > 右壳(42.2—46.9%) (图 4)。每种定向类

表 2 单个糊斑藤壶在毛蚶及泥蚶体上定向的定向方式及出现率比较

定向方式	壳别	定向类型	毛 蚶				总计	%	泥 蚶				总计	%
			出现率	%	合计	%			出现率	%	合计	%		
$\pm 180^\circ$	左	1	140	34.6	215	53.1	450	90	40	39.2	55	53.9	117	87.2
		2	75	18.5					15	14.7				
	右	3	80	19.8	190	46.9			25	24.5	47	46.1		
		4	110	27.2					22	21.6				
	合计			405	100	405			100		102	100		
0°	左	1'	11	24.4	26	57.8	10	10	5	33.3	8	53.3	15	100
		2'	15	33.3					3	20.0				
	右	3'	17	37.8	19	42.2			5	33.3	7	46.7		
		4'	2	4.4					2	13.3				
	合计			45	100	45			100		15	100		

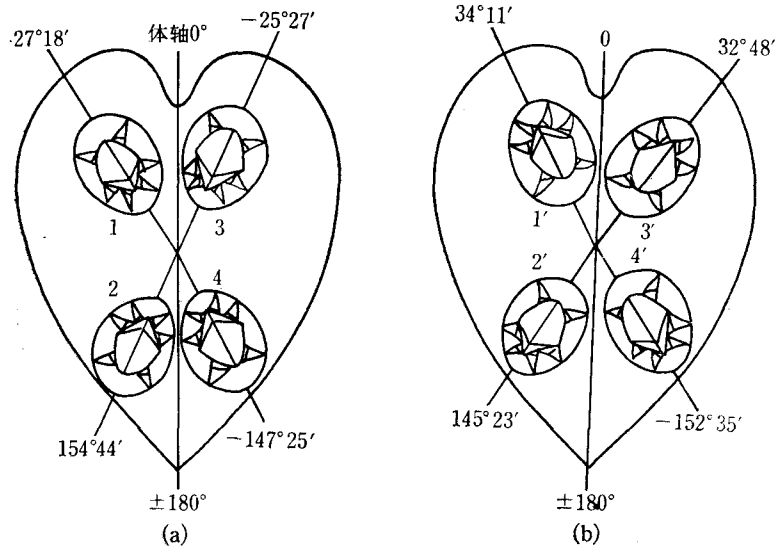


图 3 糊斑藤壶在毛蚶体上定向的方式及角度示意

(a) $\pm 180^\circ$ 方式; (b) 0° 方式。

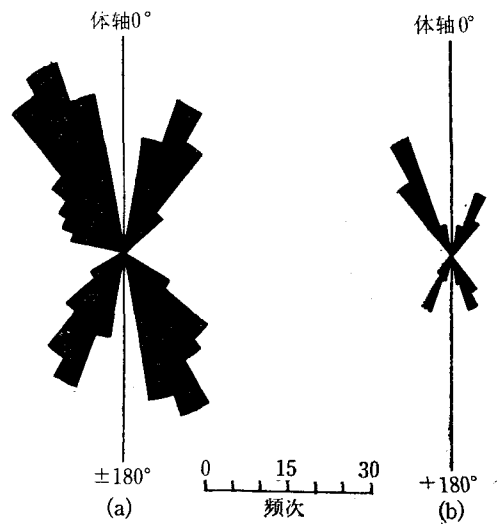


图 4 糊斑藤壶在毛蚶体上不同定向类型定向角度频次的比较
(a) $\pm 180^\circ$ 方式; (b) 0° 方式。

表 3 多个糊斑藤壶同时在毛蚶体上定向的类型及出现率的比较

藤壶个数	壳 别	定向类型	出 现 率	%
2	左	1, 2	40	35.1
		1, 4'	10	8.7
		1, 1	5	4.3
		1, 4	5	4.3
		2, 4	5	4.3
		2', 3'	4	3.5
	右	3, 4	31	27.1
		3, 3	5	4.3
		3, 1	4	3.5
3	左	1, 2, 4'	2	1.7
	右	1, 1, 4'	1	0.8
4	左	1, 3, 2, 3'	1	0.8
5	左	1, 1, 2, 3, 1'	1	0.8
藤壶总数			114	100

型仅在一个宿主体上发现。

2. 多个糊斑藤壶同时在毛蚶体上的定向

从表 3 可以看出,多个糊斑藤壶同时在毛蚶体上定向的出现率以 1、2 和 3、4 类型最高(27.1—35.1%)。其他各种类型相邻个体蔓足伸缩亦是相背或相同方向,相对方向极少。

每种定向类型也仅在一个宿主体上发现。

3. 糊斑藤壶在蟹体上的定向

资料分析结果表明, 糊斑藤壶在蟹体上的定向与宿主习性有关。例如在锯缘青蟹体上的定向, 有 $\pm 180^\circ$ 和 0° 两种方式, 但以 $\pm 180^\circ$ 方式为主 (70.3%) (表 4, 图版 I: 3); 在红线黎明蟹和红星梭子蟹体上则是 $0-\pm 180^\circ$ 方式定向 (图版 I: 4)。相邻个体蔓足活动的方向亦是相背或相同方向, 相对方向极少。

表 4 糊斑藤壶在蟹及牡蛎体上的定向方式及出现率的比较

宿主种类	宿主习性	定向方式	出现率	%
锯缘青蟹	底栖穴居	$\pm 180^\circ$	11	70.3
		0°	4	29.7
红线黎明蟹	底游	$0^\circ-\pm 180^\circ$	4	100
红星梭子蟹	底游	$0^\circ-\pm 180^\circ$	5	100
近江牡蛎	固着	$0^\circ-\pm 180^\circ$	17	100

4. 糊斑藤壶在牡蛎体上的定向

糊斑藤壶在近江牡蛎 *Ostrea rivularis* 体上亦是以 $0-\pm 180^\circ$ 方式定向, 相邻个体蔓足伸缩为相同或相背方向, 相对方向极少 (图版 I: 6)。

(三) 定向角度

单个糊斑藤壶在毛蚶和泥蚶体上的定向有一定的角度。不同类型的平均偏差角度不超过 10° (表 5)。从出现率来看, 在 $\pm 180^\circ$ 方式定向的组中, 以 $1(\theta = 27^\circ 18')$ 和 $4(\theta = 34^\circ 11')$ 类型的出现率最高 (图 3, 4)。

多个糊斑藤壶在蚶体上的定向角度极不规则。

单个糊斑藤壶在锯缘青蟹体上规则地以 $\pm 180^\circ$ 或 0° 角度定向 (图版 I: 3, 5); 多个糊斑藤壶在红线黎明蟹及红星梭子蟹体上, 则以 $0-\pm 180^\circ$ 角度定向。

糊斑藤壶在近江牡蛎体上主要与体轴呈 -60° 至 -118° 方向进行定向 (图版 I: 6)。

表 5 糊斑藤壶在毛蚶体上不同定向类型的角度和矢量比较

定向方式	类型	θ	R	定向方式	类型	θ	R	不同方式偏差角度
$\pm 180^\circ$	1	$27^\circ 18'$ (140)	9.1	0°	1'	$34^\circ 11'$ (11)	8.9	$6^\circ 53'$
	2	$154^\circ 44'$ (75)	8.7		2'	$145^\circ 23'$ (15)	8.4	$9^\circ 21'$
	3	$-25^\circ 27'$ (80)	8.5		3'	$-32^\circ 48'$ (17)	9.2	$7^\circ 21'$
	4	$-147^\circ 25'$ (110)	8.8		4'	$-152^\circ 35'$ (2)	8.2	$5^\circ 10'$

注: 括号内数字为藤壶个数。

(四) 定向与水流

1. 共栖率差异

据分析, 1978—1981 年采集的糊斑藤壶与毛蚶共栖的标本均为活体, 共栖出现率为 29—275; 在死亡的毛蚶壳上则未发现糊斑藤壶共栖(表 6)。

表 6 糊斑藤壶与毛蚶生活及死亡个体共栖出现率的比较

日期	成活或死亡	计数检查毛蚶个数	共栖出现率	%
1978	活	1027	275	26.8
	死	49	0	0
1979	活	975	121	12.4
	死	59	0	0
1980	活	897	154	17.2
	死	65	0	0
1981	活	805	29	3.6
	死	57	0	0

2. 蔓足伸缩差异

在室内对糊斑藤壶活体及被杀死宿主上蔓足伸缩的比较表明: 活体宿主器官活动产生的水流正常, 藤壶蔓足伸缩的次数为 32—36 次/分; 而死亡宿主无水流产生, 糊斑藤壶明显地增加了蔓足伸缩的次数 (44—49 次/分) (表 7)。

表 7 室内静水中糊斑藤壶在生活和被杀死宿主上蔓足伸缩次数的比较

种类	宿主	产生水流的器官	水温 (°C)	活或死	水流情况	蔓足伸缩次数 (次/分)
糊斑藤壶	毛蚶 (15)	水管	15	活	正常	36
				死	无	44
糊斑藤壶	锯缘青蟹 (5)	口器	17	活	正常	32
				死	无	49

注: 括号内数字为观察个数。

(五) 形态与定向

从正常生长的糊斑藤壶以及与毛蚶和泥蚶共栖定向个体形态的比较可明显地看出, 不同定向个体, 其峰、吻板高度差异极大。以 $\pm 180^\circ$ 方向定向时, 藤壶吻板的高度增加, 峰、吻板高度比为 1:2.3; 但以 0° 方式定向时, 则峰板的高度增加, 峰、吻板高度比为 2.1:1 (表 8; 图 5, 6)。我们发现, 以 $\pm 180^\circ$ 方式在高峰星藤壶 *Chirona amaryllus* 壁板上定向的糊斑藤壶, 吻板的高度也同样增加。

表 8 糊斑藤壶正常生长个体与不同定向类型个体峰、吻板高度的比较

类别	平均个数	壳板	高度 (mm)	峰、吻板比例
正常生长	50	峰板	4.7	1.1:1
		吻板	4.1	
±180° 定向	100	峰板	4.9	1:2.3
		吻板	11.2	
0° 定向	45	峰板	12.1	2.1:1
		吻板	5.7	

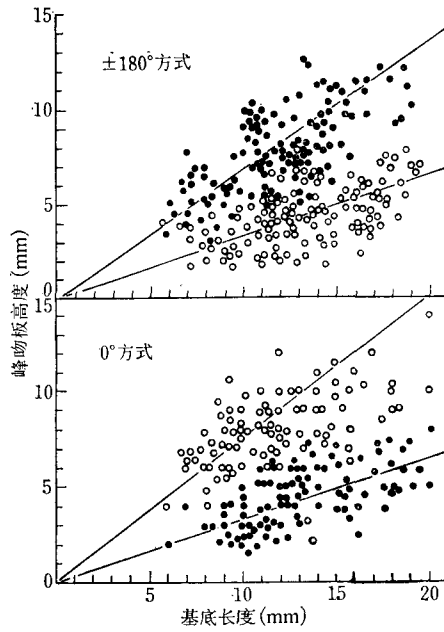


图 5 糊斑藤壶在毛蚶体上不同定向方式峰、吻板高度的比较
● 示吻板；○ 示峰板。

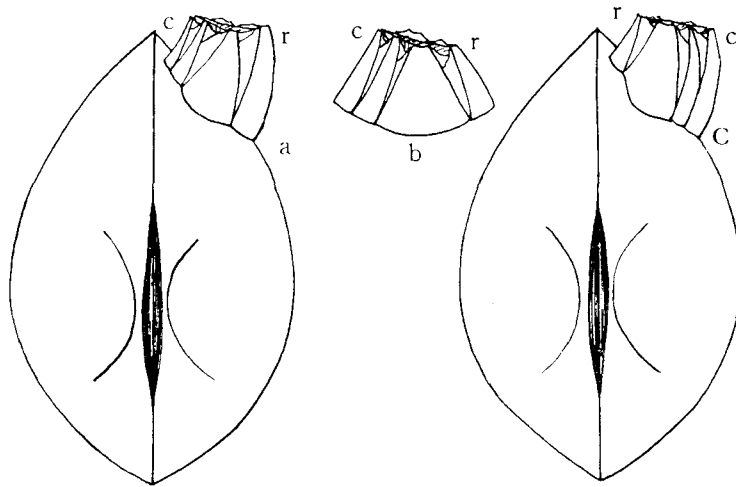


图 6 糊斑藤壶在蚶体上不同定向方式形态的比较
a. ±180° 方式； b. 正常生； c. 0° 方式； r. 示吻板； C. 示峰板。

(六) 定向与底质

据在我国沿海采获的大量毛蚶及泥蚶标本分析结果, 糊斑藤壶与毛蚶及泥蚶共栖的个体主要是在山东沿海(94.1%), 次为福建沿海。而在江苏、浙江、广东沿海采的标本, 均

表 9 糊斑藤壶的共栖率与蚶体大小的关系

种 类	壳长 (mm)	出 现 率	%
毛 蚶	15—20	29	6.4
	21—30	126	28.0
	31—35	295	65.6
泥 蚶	15—20	15	12.8
	21—30	37	31.6
	31—35	65	55.6

表 10 不同厚度泥沙中糊斑藤壶和毛蚶生活状态的比较

毛蚶大小 (mm)	泥沙厚度 (mm)	生 活 状 态	
		第 一 天	第 三 天
30—35 (20)	25	毛蚶半埋栖于泥中、藤壶露出泥面, 两者正常生活	两者正常生活
30—35 (20)	40	毛蚶和藤壶全埋入泥中, 毛蚶正常 生活, 藤壶呈闭壳状态	毛蚶正常生活, 藤壶全部死亡

注: 括号内数字为观察个数。

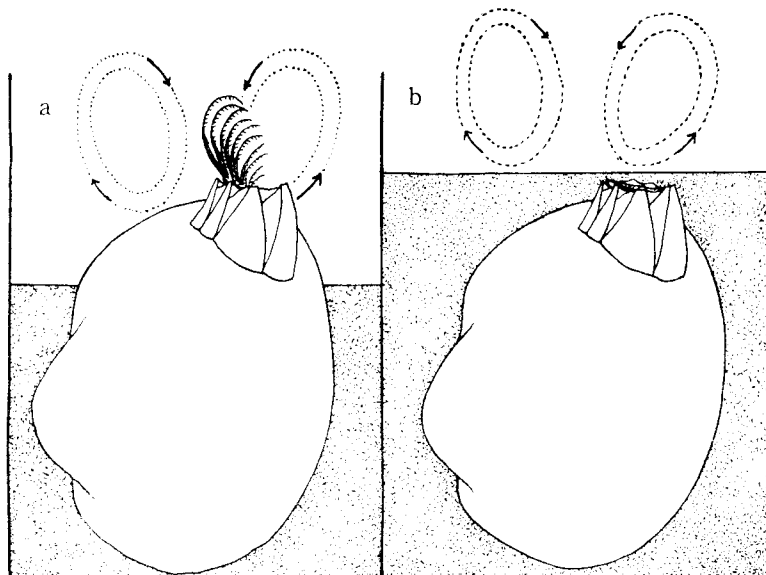


图 7 糊斑藤壶与毛蚶在不同厚度泥沙中生活状况的比较(箭头示泥蚶体外食物流)

a. 25mm 厚度泥沙; b. 40mm 厚度泥沙。

未发现共栖个体(表 1)。因为毛蚶和泥蚶是全埋栖的种类,因此可以判断:只有那些硬底质区,蚶体不能完全埋入的个体,糊斑藤壶才有可能与其共栖。

1. 个体大小差异

对上述标本进行分析的结果,糊斑藤壶与毛蚶和泥蚶的共栖率与蚶体大小成正比(表 9)。

2. 底质厚度差异

对室内不同厚度泥沙中的毛蚶和糊斑藤壶进行生活状态的比较实验,其结果表明:在 25mm 厚度泥沙的培养组中,毛蚶半埋栖于泥中,藤壶露出泥面,第三天两者均正常生活;而于 40mm 厚度泥沙的培养组中,两者均埋入泥中,第三天毛蚶正常生活,藤壶全部死亡(表 10,图 7)。

(七) 藤壶的共栖个数及个体大小

1. 共栖个数

糊斑藤壶与宿主共栖的个数与宿主习性有关。例如,在毛蚶、泥蚶及锯缘青蟹体上主要是单个共栖,而在红线黎明蟹、红星梭子蟹、近江牡蛎、岩石及其他无机物上则是群集附着(表 11,图版 I)。

表 11 糊斑藤壶在不同宿主及基物上附着个数的比较

宿主或基物	宿主习性	共栖个数	出现率	%
毛 蚶	埋 栖	1	567	83.3
		2	109	16.0
		3	3	0.4
		4	1	0.2
		5	1	0.2
锯缘青蟹	底 栖	1	15	70.3
		2—4	3	29.7
红线黎明蟹	底 游	2—7	4	100
红星梭子蟹	底 游	3—9	5	100
近江牡蛎	固 着	13—25	17	100
岩石及其他无机物	—	群 集	19	100

2. 个体大小

常有 1—5 个糊斑藤壶个体附着在一个毛蚶壳上,其个体大小与共栖个数密切相关。

表 12 糊斑藤壶共栖个数个体大小的比较

共栖个数	1	2	3	4	5
基底直径 (mm)	12.1 (567)	9.2 (218)	5.9 (9)	4.9 (4)	4.7 (5)

注:括号内数字为藤壶个数。

单个共栖者最大 (12.1mm), 5 个同时共栖者最小 (4.7mm) (表 12)。

三、讨论与结语

1. 附着位置 据附着位置的出现率判断 (表 1), 糊斑藤壶在宿主体上的附着位置与其利用水流的方式有关。在蚶体上附着在壳前端, 显然是利用蚶体水管形成的水流定向; 在锯缘青蟹体上则附着在头胸甲的额缘, 利用口器形成的水流定向; 而在红线黎明蟹和红星梭子蟹体上则是附着在头胸甲的中央, 以利用宿主前进时形成的水流定向。据 Crisp^[14] 等报道鲸藤壶在鲸体的背部, Hastings^[19] 报道条茗荷在寄生于鳞鲀的等足类 *Nerocila acuminata* 体上, 就是利用水流流过宿主表面的方向进行定向。因此, 根据蔓足类在宿主体上定向的位置, 即可判断其利用水流的方式。

2. 定向方式 单个糊斑藤壶在毛蚶、泥蚶及锯缘青蟹体上有 $\pm 180^\circ$ 和 0° 两种方式以及八种不同的定向类型。其中以 $\pm 180^\circ$ 方式为主。定向频率分别为 87.2%, 90.0% 及 70.3% (表 2)。这与鲸藤壶在鲸体上^[14] 以及条茗荷在寄生于鳞鲀的等足类体上^[19] 的定向方式不同, 后者是以蔓足朝着水流流过宿主表面的方向进行定向 (0° 方式)。我们认为糊斑藤壶在蚶体及锯缘青蟹体上的这种定向方式, 既可利用宿主器官形成的水流, 又可避免直接与宿主竞争饵料。因此, 是一种有利的选择。

多个糊斑藤壶同时在蚶体上的定向以 1、2、3、4 类型为主。其他各种类型, 相邻个体蔓足伸缩的方向主要也是相背或相同方向, 相对方向极少 (表 2)。糊斑藤壶在红线黎明蟹、红星梭子蟹及无机物上群集个体的定向亦有类似情况, 这可能有利于避免个体间的竞争; 在游泳蟹体上的这种定向方式还可能与宿主不规则的活动方式有关。糊斑藤壶在近江牡蛎体上主要以 -60° 至 -118° 方向进行定向, 则可能与自然海区的水流方向有关。

3. 定向角度 单个糊斑藤壶在蚶体上有相对固定的定向角度。各种类型的平均偏差角度不大于 10° (表 4)。这除了水流的影响外, 也可能与蚶壳的形状有关。左、右壳频率的差异, 则可能与自然海区海水的流向有关。

4. 定向与水流 糊斑藤壶在宿主体上的定向与宿主形成水流的关系, 可从它与毛蚶活体和死亡个体共栖率差异的比较 (表 6), 及其在活体和被杀死宿主体上蔓足伸缩次数差异的比较中 (表 7) 得到证实。死亡蚶体因不能形成水流, 故没有发现糊斑藤壶与之共栖; 糊斑藤壶在被杀死的宿主体上, 则明显地增加蔓足伸缩的次数。Crisp^[10] 指出, 藤壶幼虫在流水中附着而在静水中不附着的习性, 对其分布和生存影响极大。幼虫迎着水流定向对摄食有利。Southword^[22] 认为, 在静水中藤壶蔓足快速的搏动是对摄食和呼吸的一种适应; Ayling^[4] 对三角藤壶的实验证明: 以水流冲击藤壶的蔓足, 较之藤壶以蔓足打动水流更有利于摄食; 当水流方向相反时, 蔓足伸缩的次数较平常增多, 因而能量的消耗亦增加。但据佐藤隆平^[3] 报道, 东方小藤壶 *Chthamalus challengerii* 在涨退潮时蔓足活动频繁, 平潮、海水运动减弱时, 蔓足活动亦减弱。

5. 形态与定向 糊斑藤壶在蚶体上不同定向方式的形态亦各异。以 $\pm 180^\circ$ 方式定向时, 吻板的高度增加; 0° 方式定向时, 则峰板的高度增加。显然, 这样可使藤壶的壳口保持近水平的位置, 有利于利用宿主器官形成的水流 (图 6)。

6. 共栖定向与底质 毛蚶和泥蚶是全埋栖的种类。因此,只有那些在硬底质区不能完全埋入的个体,糊斑藤壶才有可能与之共栖定向。共栖率与蚶体大小成正比(表9)。显然,大个体露出泥面的部位较大,有利于藤壶幼虫的附着,故共栖率较高。这从室内不同厚度泥沙中糊斑藤壶与毛蚶生活状态的比较中也得到证实(表10)。因此我们认为,在自然海区,根据糊斑藤壶与蚶体的共栖率,可判断海区底质的性质,并可为地质学家提供生物学依据。

7. 群集与排斥 糊斑藤壶在岩石、其他无机物、牡蛎及游泳蟹体上均为群集附着。但在毛蚶、泥蚶及锯缘青蟹体上则主要是单个附着共栖(表11)。这种排斥现象显然有利于个体利用宿主器官形成有限的水流,避免相互间的竞争,有利于生长(表12)。这种现象作者¹⁾在网纹蟹奴 *Sacculina confragosa* 和蛞奴 *Peltogaster paguri* 的寄主体上亦有发现。Ayling^[4]曾指出,像三角藤壶这样快速生长的种,只要增加一点有效食物,对其生长影响就极大。

应该指出的是,糊斑藤壶不同共栖个数大小的差异,除了种群密度的影响外,也可能与在蚶体基底生长的空间受限制有关。Moore^[20]指出, *Balanus balanoides* 个体的生长与种群密度有关;但是 Crisp^[21]认为种群密度对 *B. balanoides* 的生长无明显影响,即使在每平方厘米密度高达4个、生长空间受限制的情况,也可从增加高度中得到补偿。

绝大多数蔓足类都是雌雄同体或异体受精。Darwin^[15,16]发现深水的铠茗荷属 *Scalpellum* 的种类常有“矮雄”。这些退化的雄体常1至10多个同时附着在雌体或雌雄同体的个体上。Tarasov^[23]等认为,这些“矮雄”对深水分散栖息 *Scalpellum* 的种类的繁殖有重大意义。Barnes等^[6]发现,某些种类如 *Chthamalus stellatus*, *Verruca stroemia*, *Balanus perforatus* 孤立生长的个体常怀有卵块。因此认为,这些卵块可能不是自体受精、就是孤雌生殖形成的。作者曾发现,雌雄同体、自体受精的网纹蟹奴和蛞奴也是单个寄生为主。据此,我们判断:与宿主共栖表现排斥现象的种类,也可能有类似情况,这有待于今后进一步探讨。

参 考 文 献

- [1] 黄宗国、蔡如星,1983. 海洋污损生物及其防除(上册). 海洋出版社,352页。
- [2] 内海富士夫,1955. 日本産蔓脚類の研究,III. 生態の事項. 日本生物地理學會,16—19; 124—134。
- [3] 佐藤隆平,1941. 夏季に於けるイワフヂソ *Chthamalus challengeri* Hoek の蔓脚運動とその環境要素. 生態學研究 7: 236—240。
- [4] Ayling, A. M., 1976. The strategy of orientation in the barnacle *Balanus trigonus*. *Mar. Biol.* 36 (4): 335—342.
- [5] Barnes, H., D. J. Crisp, and H. T. Powell, 1951. Observations on the orientation of some species of barnacles. *J. Anim. Ecol.* 20(2): 227—241.
- [6] ——— and ———, 1956. Evidence of self-fertilization in certain species of barnacles. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 35(3): 631—639.
- [7] Barnes, H. and E. S. Reese, 1960. The behaviour stalked intertidal barnacle *Pollicipes polymerus* J. B. Sowerby, with special reference to its ecology and distribution. *J. Anim. Ecol.* 29(1): 169—186.
- [8] Bowers, R. L., 1968. Observation on the orientation and feeding behaviour of barnacles. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 35: 631—639.
- [9] Crisp, D. J., 1953. Changes in the orientation of barnacles of certain species in relation to water currents. *J. Anim. Ecol.* 22(2): 331—343.

1) 蔡如星、董聿茂、郑锋等,1982. 几种寄生蔓足类与寄主甲壳动物的相互关系。(待刊)

- [10] ———, 1955. The behaviour of barnacle cyprids in water movement over a surface. *J. Exper. Biol.* **32**(3): 569—590.
- [11] ———, 1960. Factors influencing growth rate in *Balanus balanoides*. *J. Anim. Ecol.* **29**(1): 95—116.
- [12] ———, 1965. The Ecology of Marine Fouling. In: G. Googmen. ed. Ecology and Industrial Fifth Symp. Brit. Ecol. Soc. Blackwell, Oxford. pp. 99—117.
- [13] ———, and H. Barnes, 1954. The orientation and distribution of barnacle at settlement with particular reference to surface contour. *J. Anim. Ecol.* **23**(1): 142—162.
- [14] ———, and H. G. Stubbings, 1957. The orientation of barnacles to water current. *J. Anim. Ecol.* **26**: 176—196.
- [15] Darwin, Ch., 1851. A monograph on the sub-class cirripedia. 1. The Lepadidae. Ray Society, London, pp. 1—xi, 1—400, pls. 1—30.
- [16] ———, 1854. A monograph on the sub-class Cirripedia. The Balanidae, The Verrucidae, etc. Ray Society, London.
- [17] Doochin, H. D. and W. F. G. Smith, 1951. Marine boring and fouling in relation to velocity of water current. *Bull. Mar. Sci. Gulf and Caribbean.* **1**(3): 196—208.
- [18] Forbes, L., M. J. B. Seward and D. J. Crisp, 1971. Orientation to light and the shading response in barnacles. *Proc. Eur. Mar. Biol. Symp.* **4**: 539—558.
- [19] Hastings, R. W. 1972. The barnacle, *Conchoderma virgatum* (Spengler), in association with the isopod, *Nerocila acuminata* Schioedte and Meinert, and the orange filefish, *Alutera schoepfi* (Walbaum) *Crustaceana* **22**(3): 274—277.
- [20] Moore, H. B., 1933. Change of orientation of a barnacle after metamorphosis. *Natu. Lond.* **132**: 969—970.
- [21] Smith, W. F. G., 1946. Effect of water currents upon the attachment and growth of barnacles. *Biol. Bull.* **90**(1): 51—70.
- [22] Southward, A. J., 1955. On the behavior of barnacle II. The influence of habitat and tide-level on cirral activity. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **34**(3): 423—433.
- [23] Tarasov, N. E. & G. B. Zevina, 1957. Cirripedia Thoracica of the seas of USSR. *Fauna USSR.* *N. S.* (69) **6**(1): 38—52. (in Russian).

STUDIES ON THE ORIENTATION OF CIRRIPEDES

I. THE ORIENTATION OF *BALANUS CIRRATUS* ON THE HOSTS

Cai Ruxing

(*Biological Department, University of Hangzhou*)

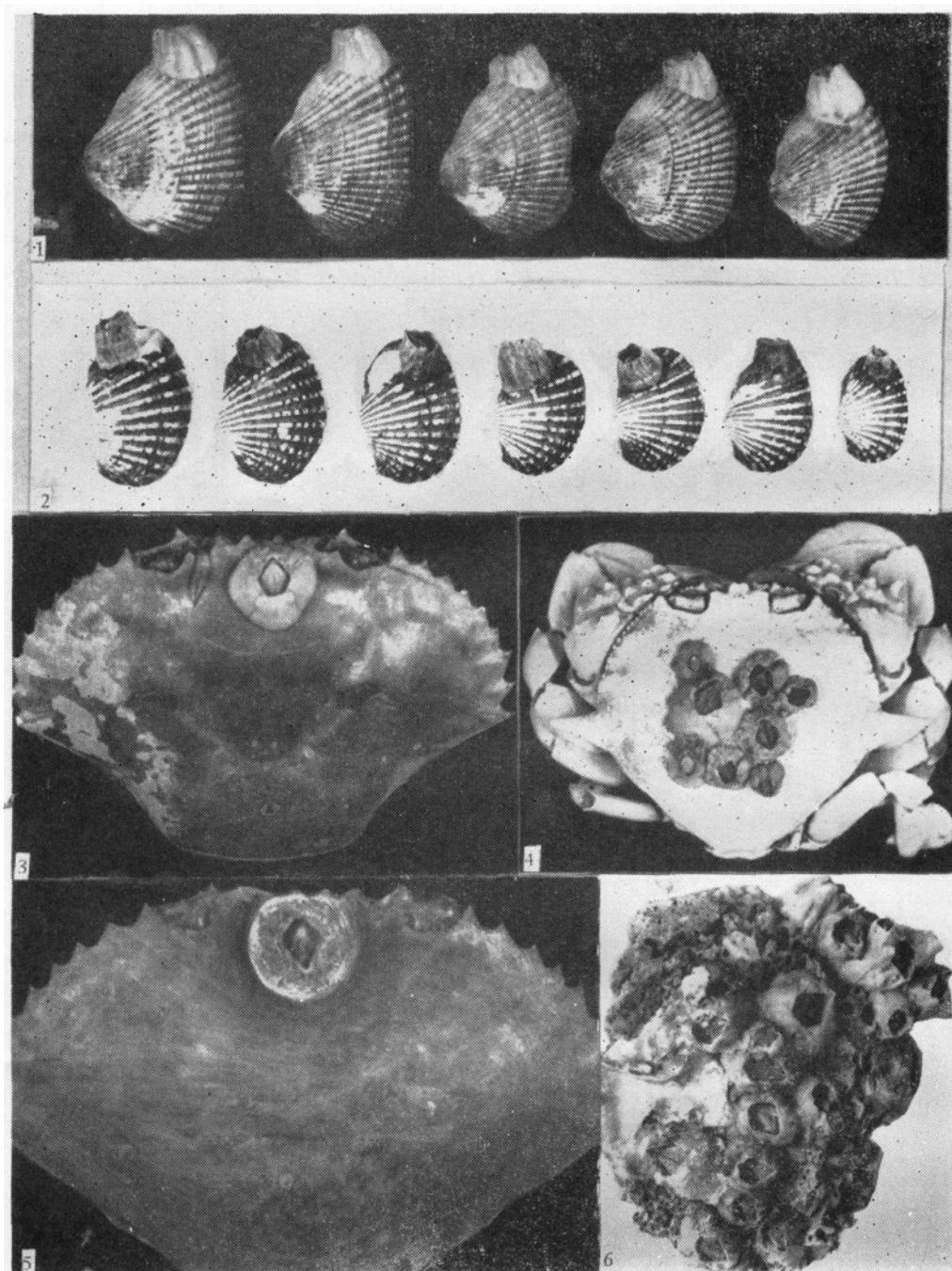
and

Huang Zongguo

(*Third Institute of Oceanography, National Bureau of Oceanography, Xiamen*)

Abstract

1. *Balanus cirratus* maintains a stationary direction on its hosts as determined by current. 2. The orientation of individual *B. cirratus* is in two different modes, $\pm 180^\circ$ and 0° , and eight different types, angle variation is no more than 10° . 3. Orientation of crowding *B. cirratus* on *Arca* and swimming crabs is in the same negative direction, very rare in opposite direction. 4. Only living *Arca* was found being hosted by *B. cirratus*. 5. Different orientations are found in different *Arca*, depending on how it may best use the current. 6. Rates of hosting are proportional to its size. 7. Single associations are mostly found; crowding associations are found on swimming crab, rock and other inorganic substances.



糊斑藤壶在蚶、蟹及牡蛎体上的定向

1. 在毛蚶壳上的定向； 2. 在泥蚶壳上的定向； 3. 在锯缘青蟹体上的定向 ($\pm 180^\circ$)； 4. 在红线黎明蟹体上的定向； 5. 在锯缘青蟹体上的定向 (0°)； 6. 在近江牡蛎壳上的定向。