

中国经济海胆 及其增养殖

高绪生 常亚青 著

中国农业出版社

中国经济海胆

及其增殖

高绪生 常亚青 著

中国农业出版社

中国经济海胆及其增养殖

高绪生 常亚青 著

* * *

责任编辑 张 志

中国农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路 2 号 100026)

新华书店北京发行所发行 北京忠信诚胶印厂印刷

787mm×1092mm 16 开本 5 印张 100 千字

1999 年 3 月第 1 版 1999 年 3 月北京第 1 次印刷

印数 1~3 000 册 定价 15.00 元

ISBN 7-109-05584-1/S · 3586

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

目 录

绪言	1
第一章 概述	3
第一节 分类地位	3
第二节 种类与分布	3
一、地理分布	3
二、中国的主要经济种类	4
第二章 形态构造	10
第一节 外部形态	10
一、外形	10
二、壳	11
三、壳板	12
四、棘	14
五、疣	15
六、管足	15
七、鳃	15
第二节 内部构造	15
一、体腔	16
二、消化系统	16
三、生殖系统	16
四、步管系统	17
五、循环系统	17
六、神经系统	17
七、呼吸系统及排泄系统	18
第三章 生理生态	19
第一节 生活习性	19
一、摄食习性	19
二、温度习性	25
三、对盐度的适应能力	27
四、繁殖习性	28
第二节 生殖	28
一、生殖腺的发育	28
二、个体的发生与发育	29

三、生殖腺指数	32
四、繁殖期	32
五、影响生殖腺发育的主要因子	33
第三节 生长	33
一、生长速度及其测定	33
二、生长关系式	36
三、影响海胆生长的主要因子	36
四、性成熟年龄	38
五、生物学最小型	38
六、产卵量	38
七、寿命	38
第四节 营养、同化和能量收支	38
一、吸收率与同化率	38
二、饵料效率	41
三、饵料的必要维持量及氮的最低消费量	41
四、能量转换	42
第四章 种苗生产	44
第一节 人工育苗	44
一、育苗设施与器材	44
二、种海胆	45
三、人工诱导采卵	46
四、授精及孵化	46
五、浮游幼体的培育	47
六、稚海胆的采集与培育	49
七、幼海胆的中间育成	50
八、海胆育苗用单细胞饵料藻的培养	52
第二节 海区半人工采苗	53
一、意义	53
二、采苗器材与方法	54
第五章 资源增殖和人工养殖	56
第一节 人工增殖	56
一、底播增殖	56
二、移植增殖	57
第二节 全人工养殖	57
一、海上筏式养殖	58
二、陆上工厂化养殖	59
第三节 资源管理	60
一、限额采捕	60
二、繁殖保护	60
三、建立稚海胆资源保护区或保护设施	61
四、增殖场的环境改造	61

第四节 敌病害及其防治	63
一、敌害生物	63
二、海胆的疾病及其防治	63
第六章 加工	66
参考文献	68

绪 言

海胆是海洋中一类比较常见的无脊椎动物,其外壳上生有许多可动的棘,形似刺猬,故在某些外文中之称之为“海刺猬”,例如,英语称 Sea urchin,俄语称 Морской ёж。

海胆是一种食用价值、药用价值、科研与教学应用价值都比较高的经济海洋生物,其部分种类的生殖腺味道极其鲜美,营养也很丰富。因其蛋白质中蛋氨酸的含量很高,鲜味比较独特,在日本、中国、马来半岛以及欧洲的地中海沿岸和南美洲等许多沿海国家或地区被认为是一种很美味的海产品。尤其是在日本,海胆的生殖腺及其加工制品被视为最名贵、最美味的高档海产品之一,市场价格很高,消费量也非常大,虽然日本每年有近两万吨的产量,但仍然满足不了消费市场的需要,还要进口数千吨。据中国医学科学院卫生研究所(1983)的分析结果,每100g海胆卵中含蛋白质12.5g、脂肪7.2g、无氮浸出物14.9g、灰分7.8g、钙475mg、磷455mg、热量728kJ。此外,海胆的生殖腺中还含有一些特殊的生理活性物质,具有很高的医疗保健作用。例如,海胆生殖腺中含有的二十烷酸($C_{19}H_{39}COOH$)是防治心血管疾病的一种有效药物成分,其含量可占整个生殖腺脂肪酸总量的30%以上;海胆的提取物“波乃利宁”(Bonellinin)能抑制某些癌细胞的生长,有可能成为防癌治癌药物的有效成分;海胆的壳入中药能治疗淋巴结核、胃及十二指肠溃疡等症。因此,海胆不仅是深受人们喜爱的美味海产品,在医药科学上也有着极为广阔的开发应用前景。除此之外,海胆在生物学研究方面所占有重要地位也是早为人们所熟知的。由于海胆的个体发生与发育不论是在棘皮动物门还是在整个动物界都具有一定的代表性与典型性,加之其繁殖期较长,成熟的卵比较容易获得,作为生物学、胚胎学等学科的教学与科研试验材料是非常理想的,因而早自上个世纪开始就被广泛地应用于该领域,如今仍在发挥着重要的作用。近代生物学者还曾预言,以海胆卵作为研究材料,很可能成为由原核细胞研究进入真核细胞研究的突破口。作为这些新兴学科的研究材料,海胆还有可能为未来的分子生物学及分子胚胎学研究继续做出更新的贡献。

对海胆生物学的研究,可以追溯到19世纪,赫维(O. Hertwig)早在100多年之前就研究发现了海胆(*Paracentrotus lividus*)的精子与卵原核在卵中的融合现象,并以此为基础探讨了其受精的机制;其后,久米又三(1929)、Onoda(1931)、Moore, H. B. (1934~1937)等又对海胆的个体发生与发育等进行了深入系统的研究,并作出了比较详细地阐述。有关海胆资源、增殖技术以及资源开发利用等应用基础与应用技术方面的研究,则主要始于20世纪的五六十年代,山边晃(1962)、川村一广(1964、1973)、松井魁(1966)、富士昭(1969)、角田信孝(1974)、谷雄策(1978)、伊东义信(1980)等先后对红海胆、紫海胆、马粪海胆、虾夷马粪海胆、光棘球海胆等经济种类,在渔业资源变动、渔业生物学、种

苗生产及增养殖技术等方面进行过研究与探讨,取得了显著的进展,并已将大部分成果推向生产实用水平。在中国,张凤瀛等(1957)、廖玉麟等(1982)曾对中国海胆的种类分布、生态习性等进行了较全面的研究;隋锡林等(1981)、廖承义(1985、1987)等还对中国海胆的种苗人工培育技术及其有关问题进行了深入研究。以上的诸多研究成果,均为海胆的研究应用、促进其增养殖生产的发展等作出了卓著的贡献。

由于海胆具有广阔的应用前景和良好经济价值,因而其研究与发展已越来越受到一些渔业经济发达国的重视。如今,日本的海胆种苗生产和资源增殖事业已成为其“栽培渔业”的重要产业之一,全国从事海胆种苗培育及增养殖生产的研究与生产单位已多达数百个,种苗的年放流量仅北海道一地就可达3000万枚以上;美国1981年海胆的渔获量已达到11000t,其国家海洋水产服务中心自1968年起开始对海胆的资源进行研究与开发,至1988年,加利福尼亚州的加州红海胆的产量已达近2.3万t;法国也开始大力发展海胆养殖业,并培育出其优良增养殖种拟球海胆(*Paracentrotus lividus*),现已建立起多处海胆养殖场,还计划建设一座年育苗量1亿枚以上的大型育苗场。受国际市场影响,中国的海胆出口价格在十年中上涨了近十倍,因而也导致了对其采捕量逐年上升,资源量日益下降。自引进虾夷马粪海胆之后,海胆的人工育苗与增养殖业得以迅速发展,现已成为中国北方沿海水产增养殖业中的一个新兴产业。随着海胆增养殖事业的进一步发展,海胆必将对人们的生产、生活、科研、教学等作出更新、更大的贡献。

第一章 概 述

第一节 分类地位

在动物的系统分类学上,海胆隶属于棘皮动物门(Echinodermata)、游在亚门(Eleutherozoa)、海胆纲(Echinoidea)。海胆纲以下又可分为若干个目与科。有关其目、科的分类,由于各学者所持的分类依据不同,分类方法也各不相同。中国比较常见的分法有以下两种:

(一)以海胆的外部形态为主要分类依据,将海胆纲仅分作三个目,即:正形目、楯形目、心形目。例如,尹左芬(1961)主编的《无脊椎动物学》中,即是将海胆纲分作3个目:正形目(Centrochinoida)、楯形目(Clypeasteroida)、心形目(Spatangoida)。

(二)根据海胆的外形先将海胆纲分作正形海胆类和歪形海胆类两个大类,然后再结合其他形态特征将之分为若干个目及其下属的科。例如,张凤瀛等(1964)编著的《中国动物图谱·棘皮动物》中,将中国现存的海胆类共分为8目20科,即:头帕目头帕科;鳞棘目柔海胆科;脊齿目疣海胆科、口鳃海胆科;管齿目冠海胆科;拱齿目刻肋海胆科、毒棘海胆科、球海胆科、偏海胆科、长海胆科;全雕目斜海胆科;楯形目楯海胆科、豆海胆科、蛛网海胆科、饼干海胆科、盘海胆科;心形目猬团海胆科、拉文海胆科、裂星海胆科、壶海胆科。

在国外各文献中,对海胆纲以下目与科的分类方法更是多种多样,限于篇幅恕难详述。

第二节 种类与分布

一、地理分布

全世界现存的海胆种类大约有850种左右,全部为海产。海胆在海洋中的分布范围比较广泛,自寒带至热带,由潮间带直至水深5000m以下的深海海底,无论是岩礁、砂砾海底的石上礁间,还是泥沙海底的泥沙层中,几乎都可以发现它的踪迹。还有少数种类,例如,梅氏长海胆(*Echinometra mathaei*)、斜长海胆(*E. mathaei oblonga*)、石笔海胆(*Heterocentrotus mammillatus*)等,甚至能在岩礁上凿穴而居。在全世界的各个海洋中,海胆无论是种类还是数量的地理分布均以印度-西太平洋海域相对集中些。全世界海胆的种类虽多,但迄今已被较好地开发利用并能形成规模性渔获产量的经济种类不超过30种。这些种类大多为分布于北半球暖温带及冷温带海域的一些大、中型正形海胆类,迄今已见诸于报道的

重要经济种类有：分布于太平洋北部及中北部海域的光棘球海胆 (*Strongylocentrotus nudus*)、虾夷马粪海胆 (*S. intermedius*)、紫球海胆 (*S. purpuratus*)、加州红海胆 (*S. franciscanus*)、马粪海胆 (*Hemicentrotus pulcherrimus*)、红海胆 (*Pseudocentrotus depressus*)、紫海胆 (*Anthocardis crassispina*)；分布于太平洋北部及大西洋北部海域的北方球海胆 (*S. drobacheinsis*)；分布于欧洲沿海水域的沙栗海胆 (*Psammechinus millaris*)、拟球海胆 (*Paracentrotus lividus*)；分布于热带及亚热带海域的白棘三列海胆 (*Trpneustes gratilla*)、刺冠海胆 (*Diadema etsosum*) 等。

全世界海胆的渔获量，迄今尚未见专门的统计资料，估计应在数万吨至数十万吨之间。而且，由于各国对海胆产量的统计方法又不太一致，有的以带壳鲜品统计，有的以制成品（生殖腺及其制品等）统计，因而各地的产量高低也难于比较。

二、中国的主要经济种类

中国迄今已发现的海胆种类有 100 种左右（廖玉麟，1982），其中，能形成规模性渔获产量并且具有一定经济价值的经济种类不足 10 种。简介如下。

1. 光棘球海胆 (*Strongylocentrotus nudus*)

分类地位 光棘球海胆在中国国内某些文献中有时也称大连紫海胆，日文文献中称北紫海胆。分类学上隶属于正形目 (Cenyrchinoida)、球海胆科 (Strongylocentrotidae)。

地理分布 西北太平洋沿岸水域较常见的经济海胆类之一，也是中国北方沿海所产的海胆中最主要的经济种类。在中国沿海的自然分布海域，主要有辽东、山东两个半岛的黄海一侧海域以及渤海海峡的部分岛礁周围。

形态特征 外壳呈半球形，壳高略大于壳径的 1/2，最大壳径约 100mm。口面比较平坦，围口部稍向内凹；反口面比较隆起，顶部呈圆弧形。步带区与间步带区幅宽不等，赤道部以上的步带幅宽约为间步带的 2/3，步带至口面逐渐展宽，围口部周围其宽度可等于甚至略宽于间步带。步带区与间步带区的膨起程度相似，因而壳形口面观为圆形。成体体表面以及大棘的色泽均呈黑紫色，管足的色泽为紫色或紫褐色。大棘针形，较粗壮，表面常带有极细密的纵刻痕，最大长度可达 30mm 以上。赤道部附近的每片步带板上生有大疣 1 个、中疣 2~4 个、小疣若干个；间步带板上生有大疣 1 个、中疣及小疣 15~22 个，中疣和小疣在大疣的上方及两侧排列成半环状，大疣的基部生有疣轮。顶系稍隆起，第 1 眼板和第 5 眼板与围肛部近圆形，肛门稍偏于后方。管足孔的排列方式为每 6~7 对构成一个弧，管足内的骨片呈 C 形（图 1-1）。体型属大中型，成熟季节生殖腺色泽淡黄至橙黄色，质量较好，适于加工冰鲜海胆，是中国北方重要的出口海产品种类之一。

主要生态习性 本种海胆的生活水域多为岩礁

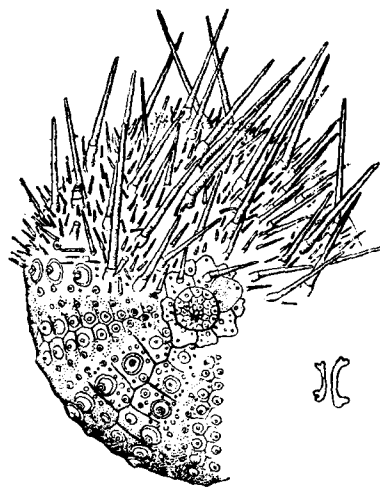


图 1-1 光棘球海胆的外形及其骨片
(仿张凤藻等，1964)

及砾石底质的海底,分布水深大多为潮间带至水深10~30m的浅海水域,虽然也有报道其分布水深可达180m (Uchinomi, 1960),但在深水海域中其数量极其稀少。生长适温15~20℃。在中国其繁殖季节为6~8月。

2. 紫海胆 (*Anthocidaris crassispina*)

分类地位 分类学上隶属于正形目长海胆科 (Echinometridae)。

地理分布 太平洋北部海域正形海胆类的习见种之一,也是中国南方沿海海胆类中最重要的经济种类。在中国的自然分布海域主要为浙江、福建、广东等沿海。

形态特征 外壳呈半球形,壳均呈黑紫色。大棘针形,长而粗壮,表面光滑,末端尖锐;有时,有的个体还出现两侧大棘不均等现象,一侧大棘偏长而另一侧大棘偏短。本种海胆在外形上与光棘球海胆极其相似,但是本种的管足孔的排列方式为每7~9对构成一个弧(以8对居多),管足内骨片呈弓形,步带区至围口部稍微下凹(光棘球海胆则恰恰相反),有孔带至围口部边缘扩展成瓣状,大疣显著减少,根据这些特征又可以与光棘球海胆相区分(图1-2)。体型为大中型,成熟季节生殖腺的色泽淡黄至橙黄色,质量较好,是中国南方加工海胆制品的最主要种类。

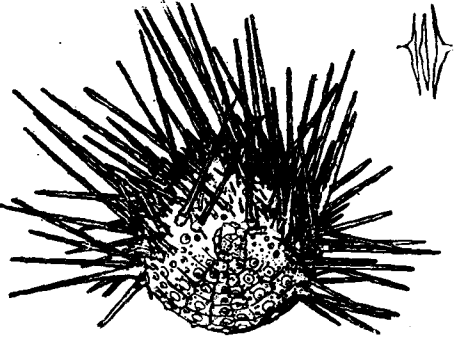


图1-2 紫海胆的外形及其骨片

(仿张凤藻等, 1964)

主要生态习性 自然分布以岩礁及砾石底质的海区较为常见,分布水深潮间带以下至10~20m。生长适温20℃左右。在中国南方其繁殖季节为5~7月。

3. 马粪海胆 (*Hemicentrotus pulcherrimus*)

分类地位 分类学上隶属于正形目球海胆科。

地理分布 为中国及日本沿海的特有种。在中国沿海其分布范围较广,北起黄、渤海,南至浙、闽沿海,南北沿海几乎都有其资源分布,但资源比较分散。本种海胆的资源近些年在中国已渐趋枯竭,可形成规模性渔获量的产区目前已较难找到。

形态特征 外壳为低半球形,壳高略小于壳径的1/2,最大壳径约为60mm左右。口面稍向内凹,反口面的隆起程度稍低,顶部比较平坦。步带区与间步带区幅宽相等,但间步带区的膨起程度比步带区略高,因而壳形自口面观为接近于圆形的圆滑正五边形。成体体表面大多呈暗绿色或灰绿色,棘的颜色变异较大,色泽以暗绿色居多,但灰褐、赤褐、灰白乃至白色的棘亦时有发现。大棘短而尖锐,着生比较密集,长度仅有5~6mm;步带区和间步带区的大棘大多向两侧倾斜。因此,每个步带区的中间部位常形成一条近似于裸露状的纵带(有时也称裸出带)。每片步带板上生有大疣1个、中疣5~6个、小疣若干个。顶系隆起较低,第1眼板和第5眼板与围肛部相接。生殖板及眼板上都密生着许多小疣。管足孔的排列方式为每4对构成一个弧,管足内的骨片为C形(图1-3)。体型为中小型,生殖腺色泽鲜艳、质量上乘,在日本被认为是制造“云丹”最优质的原料之一。

主要生态习性 自然分布水深要比中国其他经济种海胆类偏浅,多见于水深3~4m以浅的砂砾底质浅水域。与前两种海胆相比,马粪海胆的适温范围更广些,在水温0~30℃的

海域几乎都可以生存。在中国北方海区其繁殖期为3~5月。

4. 海刺猬 (*Glyptocidaris crenularis*)

分类地位 本种有的地方也称作黄海胆, 分类学上隶属于正形目疣海胆科 (phymosomatidae), 是疣海胆科现今仅存的唯一代表种。

地理分布 本种的分布范围不广, 其自然分布水域仅见于中国的黄海北部及日本海的部分海域。

形态特征 壳形为低半球形, 壳高略小于壳径的 $1/2$, 最大壳径约 80mm; 口面比较平坦, 反口面隆起, 顶系凸起较高, 顶部膨起成低圆丘形。步带区与间步带区幅宽差异较大, 步带区幅宽仅为间步带区的 $1/2$, 两个带区的膨起程度不同, 壳形自口面观为接近于圆形的正五边形。成体体表面以及大棘的色泽均为淡褐至灰褐色, 口面的棘基部灰褐色, 尖端赤褐色。大棘长, 较粗壮, 尖端钝扁成凿刀状, 棘表面光滑且有光泽, 长度约为壳径的 $1/2$ 。顶系较大, 仅第1眼板与围肛部相接, 筛板大而隆起。围肛部呈卵圆形, 肛门偏向右后方, 接近于第1眼板。围口部鳃裂显著。步带板的构成形式比较特殊: 由3片初级板与2片次级板交互排列组成 (即1片初级板接1片次级板再接1片初级板再接1片次级板最后再接1片初级板)。管足孔的排列方式也很特殊, 有些管足孔每2对构成一个弧, 有些每3对构成一个弧, 有孔带是由一个2对管足孔的弧与一个3对管足孔的弧上下交互排列而成 (参阅图2-3)。其另一个特殊之处是球形叉棘的形状比较特殊, 叉棘的柄部两侧均生有数个交互排列并向上延伸

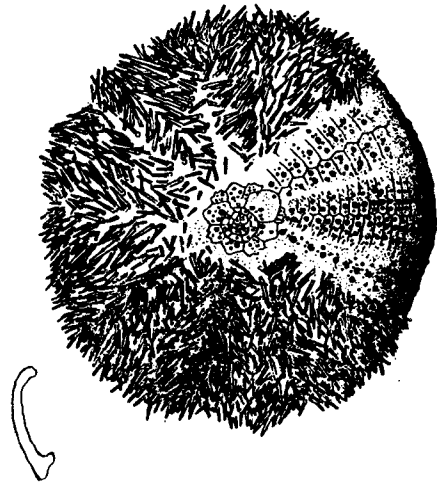


图1-3 马粪海胆的外形及其骨片
(仿张凤瀛等, 1964)

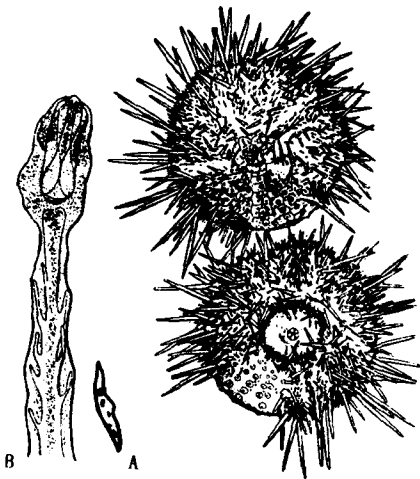


图1-4 海刺猬的外形及其骨片(A)、叉棘(B)
(仿张凤瀛等, 1964)

的小刺, 刺间由膜状物相连。管足内的骨片呈杆状, 略弯曲, 中部稍微膨大并带有若干个小孔, 骨片的形状也不太规则 (图1-4)。体型为大中型, 生殖腺色泽较淡, 品质及价值也偏低。

主要生态习性 自然分布水深较上述几种海胆偏深, 约为10~150m。繁殖季节为春季。

5. 白棘三列海胆 (*Tripneustes gratilla*)

分类地位 分类学上隶属于正形目毒棘海胆科 (Toxopneustidae)。

地理分布 热带海域正形海胆类的习见种之一, 在中国主要分布于南海海域。

形态特征 壳半球形, 壳高略大于壳径的 $1/2$ 。口面比较平坦, 反口面较隆起, 顶系大, 凸起程度较高, 顶部膨起为低圆丘形。步带区与间步带区幅宽不等, 间步带区明显宽于步带区。两

区的膨起程度不同,因而壳形自口面观为接近于圆形的圆滑正五边形。本种的体型较大,最大壳径达 145mm。成体壳皮色泽为黑紫色或淡紫色,棘白色,管足的前端为白色,基部黑紫色。大棘针状,短而尖锐,表面有较细密纵刻痕。步带区和间步带区的大棘均稍向两侧倾斜,因而中部裸出带比较明显;步带区无孔部有大疣 4 纵列,间步带区有大疣 6~8 纵列。顶系大,第 1 眼板和第 5 眼板与围肛部相接(也有极个别的个体第 2 眼板和第 4 眼板也与围肛部相接)。管足孔在幼体时每 3 对构成一个弧,至成体后有孔带管足孔排列方式改变为上下较规则地排成 3 个纵行。管足内的骨片有 C 形与哑铃形两种(图 1-5)。

在中国南海其繁殖季节为春、夏季。

6. 虾夷马粪海胆 (*Strongylocentrotus intermedius*)

分类地位 在部分日文文献中,本种的种名有时也记作 *Hemicentrotus intermedius*。分类学上隶属于正形目球海胆科。

地理分布 自然分布海域主要为日本的北方以及俄罗斯的远东地区部分沿海。中国各海域迄今尚未发现其自然种群分布。中国 1989 年从日本引进新种,目前中国的种苗生产量已达数千万枚,并开始向规模性养殖生产发展。本种是日本的海胆类中经济价值最高的种类之一,仅北海道一地的年生产量(生殖腺及其加工品)即可达 1300t 以上,产值超过 120 亿日元(川村,1988),是日本北海道的重要岩礁渔业对象之一。其生殖腺色泽及品质都比较好,出口价格高于中国的其他固有经济海胆类,发展前景良好。

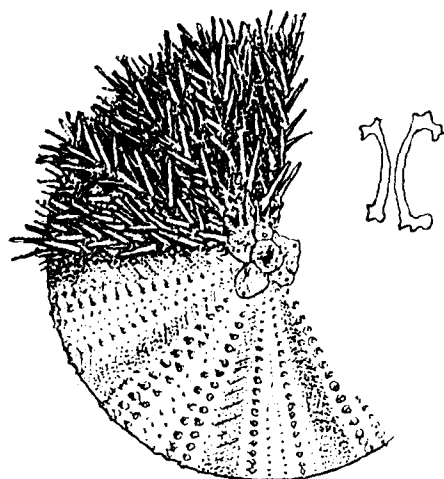


图 1-6 虾夷球海胆的外形及其骨片
(仿内海, 1965)

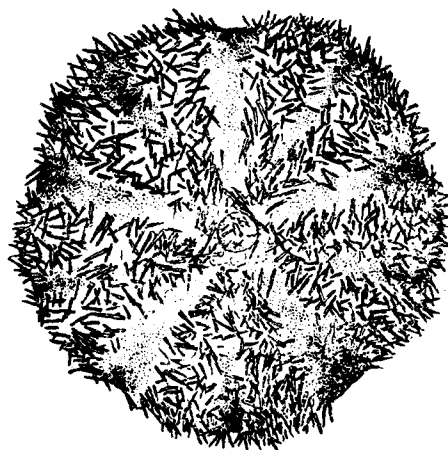


图 1-5 白棘三列海胆的外形
(仿张凤藻等, 1964)

形态特征 壳低半球形,壳高略小于壳径的 $1/2$,体型中等,成体的最大壳径可达 90mm。口面平坦且稍向内凹,反口面隆起稍低,顶部比较平坦。步带区与间步带区幅宽不等,赤道部以上步带区幅宽约为间步带区的 $2/3$,两区因隆起程度不同,壳形自口面观接近于圆形的圆滑正五边形。体表的色泽变异较大,有绿褐、黄褐等色。大棘针形,短而尖锐,长度约 5~8mm,在幼海胆阶段棘的顶端常呈白色。步带区至口面逐渐展宽,在围口部周围可展宽至略宽于间步带;步带区无孔部及间步带区均生有大疣 2 纵列。管足孔排列方式为每 5 对排列成一个斜形弧,管足内的骨片 C 形(图 1-6)。

主要生态习性 本种海胆系冷水性种类,适

应的水温偏低,据富士昭(1962)报告,日本北海道的虾夷马粪海胆生存水温为 $-2\sim 25^{\circ}\text{C}$,水温在 15°C 左右摄食最为活泼,超过 20°C 之后摄食量显著减少;川村一店还认为,海区夏季水温长时间超过 23°C 会导致本种海胆的大量死亡。在日本的北海道,其繁殖季节为9~11月。

除上述经济种类之外,中国海域所分布的海胆类还有一部分资源量较大的正形海胆。但是,由于其资源不够集中,难以形成规模性的渔获产量,或者由于其生殖腺品质质量等存在某些缺陷,至今尚未很好地开发利用,有待于今后研究开发。其主要种类有:

1. 细雕刻肋海胆 (*Temnopleurus toreumaticus*) 本种海胆是中国正形海胆类中分布范围最广的种类,中国北起辽宁、南至海南,从北到南的广阔海区几乎都有其自然种群分布。自然分布水深为潮间带至45m,分布海域的底质以细泥沙质为多。外壳呈低半球形,反口面较凸、平,色泽为浅灰褐色并带有紫褐色的环状斑纹。赤道部以上的步带板水平缝合线上有一较深的三角形凹痕,凹痕的边缘整齐(图1-7)。

本种海胆的生殖腺色泽较淡,品质略差。自然繁殖季节为初夏。

2. 哈氏刻肋海胆 (*Temnopleurus hardwickii*) 本种海胆的外形与细雕刻肋海胆极其相似,只是本种的大棘上无深色环状斑纹,步带板水平缝合线上的凹痕边缘更倾斜,内端的凹陷及其步带板也比细雕刻肋海胆的更深些(图1-8)。

在中国其自然分布水域比细雕刻肋海胆偏北,主要分布在浙江省乘泗列岛以北的中北部海域。

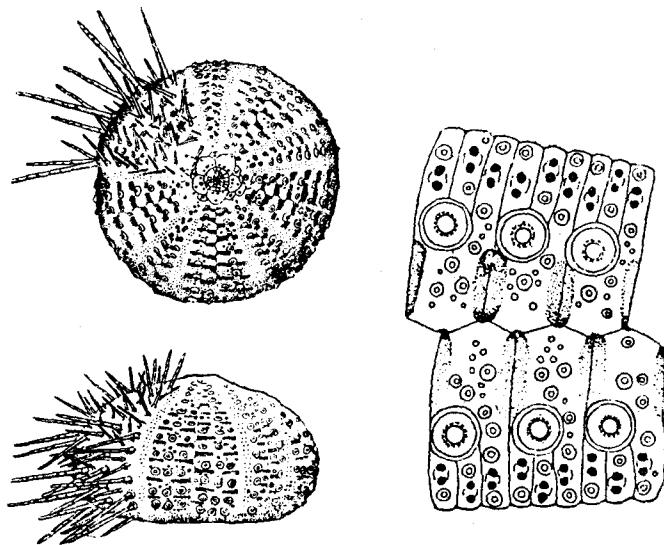


图1-7 细雕刻肋海胆的外形及其步带板
(仿张凤瀛等, 1964)

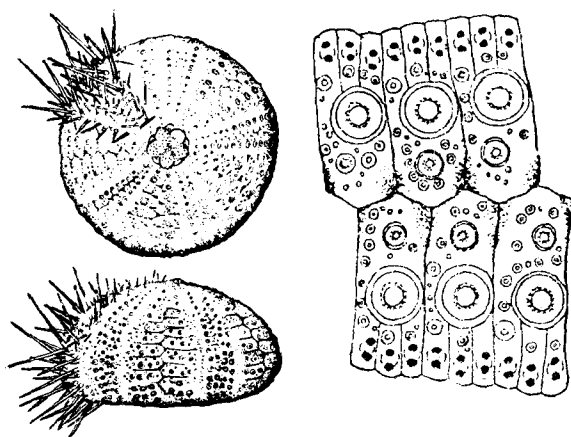


图1-8 哈氏刻肋海胆的外形及其步带板
(仿张凤瀛等, 1964)

3. 刺冠海胆 (*Diadema setosum*) 本种海胆是太平洋及印度洋海域正形海胆类的习见种之一, 在中国主要分布于南海海域。其种群的自然分布常呈现相对密集集聚的倾向, 据说在有些海域其分布密度可以大到几乎相重叠的程度。

壳为半球形, 质地较薄, 成体的最大壳径 70~80mm。体表面及大棘均呈深紫色, 肛门周围有一圈橙黄色的色环。大棘细长最大长度可为壳径的 2 倍以上, 棘上有黑白相间的环状斑纹 (图1-9)。棘的尖端有毒腺, 易折断, 刺人很痛。

4. 环刺棘海胆 (*Echinothrix calamaris*) 本种海胆的自然分布海域以及其外形等均与刺冠海胆比较相似, 只是本种的大棘相对短些, 反口面的步带区略为隆起、间步带区稍微凹陷, 因而自口面观壳形更接近于五边形。步带区和间步带区的裸出带也比刺冠海胆更为明显。

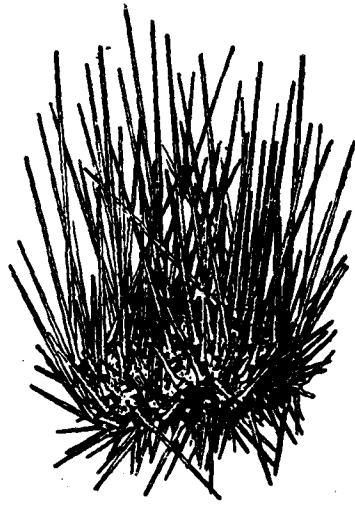


图 1-9 刺冠海胆的外形
(仿张凤瀛等, 1964)

第二章 形态构造

第一节 外部形态

一、外形

海胆的体外被有一个石灰质的外壳,壳上生有许多可动的棘(spine),形似刺猬。外壳的形状大多为半球形,或者近似于半球形,有背腹面之分。腹面较平坦,有些种类的腹面中部还稍向内凹,口生于腹面的中央或稍偏前侧,因而有时也将腹面称作口面;背面较隆起,顶系(apical system)及肛门多生于背方,相对于口面而言,有时也把背面称作反口面。由于各种海胆的背面及其中部的顶系隆起程度不尽一致,因而其壳形从侧面观便有半球形、低半球形、高半球形以及圆丘形等多种,某些产于深海中的种类背面隆起很高,成为钟形甚至近似于圆柱形。从腹面(或背面)观,海胆的壳形大多呈圆形或椭圆形,正形海胆与歪形海胆的壳形存在着较明显的不同:正形海胆大都为圆形或者接近于圆形的圆滑正五边形,而歪形海胆大多为椭圆形、楕圆形、盘形、心形或者楔形等,因海胆的种类而异。石灰质外壳之外还包被有一层较薄的膜质的壳皮,壳皮在某些部位又可突起而生成皮鳃。

海胆的体型是一种较为特殊的体型,既具有五辐射对称型特征,又具有两侧对称型特征,是一种辐射对称与两侧对称相结合的特殊形态。正形海胆类与歪形海胆类在体型上也存在着较明显的不同:正形海胆的体型比较接近于五辐射对称型,而歪形海胆大多更接近于两侧对称型。

正形海胆的口位于腹面的正中,口内生有口器,口器的五个大型齿顶端露于口外。背面的正中为顶系,肛门生于顶系的正中或稍微偏向右后方。外壳由口面至反口面辐射对称地纵分成10个带——5个步带与5个间步带。步带与间步带相间排列,与之相对应的各外部器官(也包括某些内部器官)的数量大多也为 $5n$ 个。步带区和间步带区的幅宽比例以及其膨起程度(弧度)等有的种类比较接近,有的种类差异显著,因海胆种类的不同而不同。有的种类步带区和间步带区的膨起程度比较相似,因而壳形呈圆形;有些种类则因两者的膨起程度不同,加之两者幅宽差异显著,因而壳形变为接近于圆形的圆滑的正五边形。

歪形海胆的口多位于腹面的偏前侧。肛门的位置则因种而异,有些种类位于背面的偏后侧,极个别的种类位于背面偏前侧;有些种类则位于腹面的偏后侧。一些外部器官(也包括某些内部器官)的数量也随着外形的变化而改变,有的变为 $4n$ 个,有的变为 $3n$ 个,有的则仍保持 $5n$ 个(图2-1、图2-2)。

不同种类的海胆在外形、大小、壳形、色泽等方面常存在某些差异,有些种类之间其

差异还可能非常之大。例如，大型种巨大兜海胆 (*Sperosoma giganteum*) 的壳径可以达到 30cm 以上，而某些小型种类的最大壳径却不过 5mm 左右。

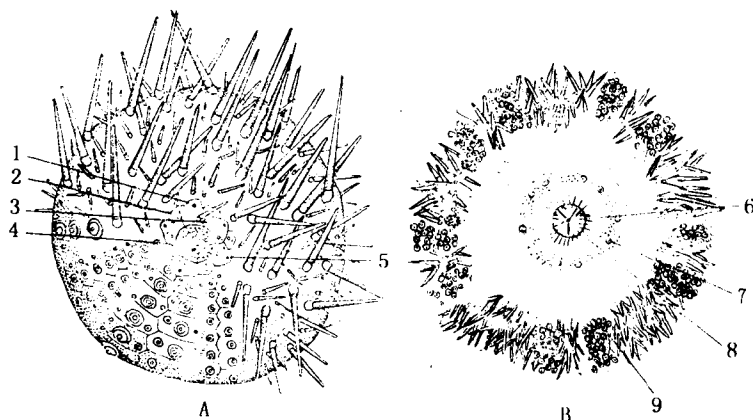


图 2-1 正形海胆的口面观 (A) 与反口面观 (B)

1. 生殖板 2. 眼板 3. 筛板 4. 围肛部 5. 生殖孔 6. 口 7. 口管足 8. 围口膜 9. 鳃
(仿廖玉麟, 1983)

二、壳

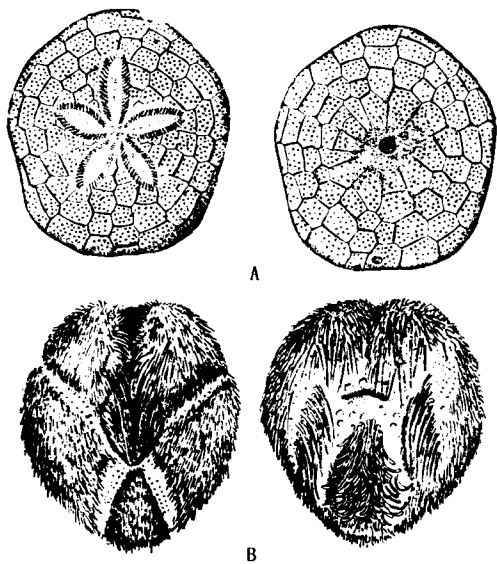


图 2-2 歪形海胆的口面观与反口面观

(A) 网楯海胆 (B) 心形海胆
(仿张凤瀛等, 1964)

海胆的外壳是由许多片称为壳板的小型石灰质小片构成的，有些种类海胆其外壳的壳板数可多达 3000 片以上。壳板呈多角形，大多数壳板上生有若干个圆丘状小突起，称为疣 (tubercle)。疣上再生有可以自由活动的棘。部分壳板上还生有成对排列的管足孔。在构成外壳时壳板间的接合方式大致可分为两种类型：绝大多数种类的海胆，其外壳各壳板之间是通过直接拼接的方式相结合；少数种类其壳板间不是相互拼接，而是呈复瓦状排列。前种接合方式接合后各壳板不再能自由活动，而后种方式接合后各壳板稍能活动，在现存的海胆类中只有柔海胆科 (Echinothuridae) 及冠海胆科 (Diadematidae) 的某些种类的壳板间属于后种接合方式。每

一个种类的海胆其壳板在构成外壳时的排列顺序以及接合方式等都有其固有的规律。海胆外壳上壳板的接合方式、排列顺序以及壳板上疣和管足孔的排列方式等特征，也常被作为海胆分类学上的重要依据。

外壳在背腹面交接部位的壳径最大，有的文献中也把该部位称作外壳的赤道部