

中国海草场的分布、生产力及其 结构与功能的初步探讨*

杨宗岱 吴宝铃

(中国科学院海洋研究所)

海草场是一类具有高度生产力的浅海生态系统(菊池泰山, 1973) 其主要的结构成分是海草。海草是只适应于海洋环境生活的维管束植物, 属于沼生目(Helobiae), 目前共发现有12属, 其中9属是眼子菜科(Potamogetonaceae), 3属归水鳖科(Hydrochartaceae)。分布在我国的大叶藻(*Zostera*), 虾形藻(*Phyllospadix*), 二药藻(*Halodule*), 海神草(*Cymodocea*), 针叶藻(*Syringodium*), 海菖蒲(*Enhalus*), 海龟草(*Thalassia*)和喜盐草(*Halophila*)等八属(杨宗岱, 1979)。

自五十年代末开始, 作者就对我国沿海的海草场进行调查(既有定性调查也有定量调查)。定性调查是在广阔的地理、环境范围内观察潮下带和潮间带海草场的分布与结构; 定量调查是采用50×50厘米的方框自大潮平均低潮面(M.L.S.)开始自上而下的取样。每一号样品通常重复三次。此外, 还配合进行了覆盖度的观察; 就是将1平方米的方框等分成100个小格, 然后用眼睛估计每小格内每一种类生物占有的比例和空白, 最后再平均和统计计算。

所有的生物量样品都需经过初步洗净, 去掉细小的基粒, 放在吸水纸上, 表面干燥后称重。重量的记录得自于273个样品, 其中162个得自于1958年10月—12月, 65个在1959年11月—1960年2月, 43个在1974至1975年间, 3个在1979年6月。这样一来, 季节的和年度的因素都被引进了, 因为海草是一类多年生的草本植物。

一

海草生长在海洋边缘部分一个相当狭窄的地带。这是一个具有极高生产力的地带, 碳的固定率几乎可以和热带雨林相比。众所周知, 海草场是热带水域重要的潮下带生产者, 成为很多经济鱼类和无脊椎动物的天然渔礁。

海龟草的年生产力是500—1,500克碳/米², 而在同一区域红树的年生产力是250—400克碳/米²(Mann等, 1975)。山东沿海虾形藻(*Phyllospadix iwakensis* Makino)的平均生物量高达1851克/米², 大叶藻(*Zostera marina* L.)的平均生物量为1,500克/米², 丛生大叶藻(*Zostera caespitosa* Miki)为1,150克/米²。按照 Westlake 的海草数据换算法则, 虾形藻碳的固定量是 $1851 \times 80\% \times 47\% = 696$ 克碳/米²; 大叶藻是 $1500 \times 80\% \times 47\% = 564$ 克碳/米²; 丛生大叶藻是 $1150 \times 80\% \times 47\% = 432$ 克碳/米²。根据美国海草学家 McRoy (1974) 报道, 美国麻省沿海大叶藻夏季的生产力(每天)是4.8克碳/米²; 整个生长期的总生产量是812克碳/米²(Mann等, 1975), 草场附着生物的年产量是20克碳/米²(McRoy等, 1977)。

* 本文承山东海洋学院生物系李冠国教授审阅, 提出修改意见, 特此致谢。

通过我们在山东沿海的观察表明，海草在潮下带及潮间带池沼中的覆盖度往往超过75%；但是在潮间带岩岸或泥、沙滩，却很少超过50%，时常只有25%左右。下列表（表1）就是我们在青岛姜戈庄岩岸的一次观察记录。

厘米
100

表 1

90	25	50	25	50	50	25	25	25	50	25	
80	50	25	25	25	50	25	50	25	50	50	
70	25	25	25	50	25	50	25	50	25	25	
60	25	25	50	50	25	25	50	25	50	50	
50	25	25	50	25	50	25	25	50	25	25	
40	50	25	25	50	25	50	25	25	50	50	
30	25	50	50	25	25	50	25	50	25	50	
20	50	25	25	50	25	50	25	50	25	25	
10	50	25	50	25	25	50	50	25	25	25	
0	50	25	25	50	25	50	50	50	25	25	
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100厘米

海草利用根和根茎从其生长的底质中吸取和贮存养料。一般来说，海草多出现在多磷而贫氮的海区，Patriquin 和 Knowles (1972)指出，生长在营养盐贫乏的热带海域的 40 种海草，能够获得所需的最大量的氮；他们并且估算出海草场每公顷每年固定氮 100 公斤至 500 公斤 (Mann等, 1975)。因此，海草场形成一个对海洋具非凡生产力的边缘带。

二

在作者有关海草场的另一篇研究中，曾根据 Hartog 方案 (Den Hartog, 1970)，将中国海草划分为狭叶大叶藻型，阔叶大叶藻型，针叶藻型、海菖蒲型和喜盐草型等五个生长型 (Growth form)。由于各类生长型的生态特性不同，因而其系列演替也不完全一致。海草通常处于终极阶段 (climax stage) (图 1)；而在北太平洋的许多海域，虾形藻最终为巨藻或海带类植物群落所代替 (图 2)，因之只处于过渡阶段 (transient stage)，我国例外，虾形藻处于终极阶段；大叶藻的系列演替最为简单，其原始阶段 (pioneer stage) 也即终极阶段 (图 3)。

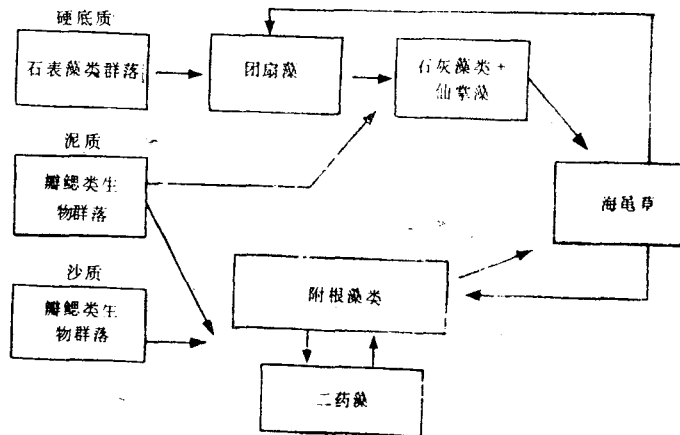


图 1 海草系列演替图示硬底质

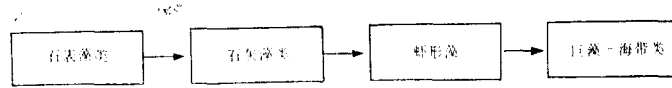


图2 虾形藻系列演替。图示沙质和泥质。

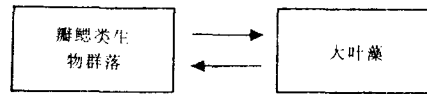


图3 大叶藻系列演替图示

群落的系列演替在外观上表现为植被的变更。认真考虑有机体和它们的环境关系，就会认为一个群落的变化只是伴随着环境的变化进行的 (Knox, 1963)。但实际上种类变更的原因并非总是明显的，因为我们对控制因子的错综关系的了解还很不全面；而在一定程度上群落的演替是通过组成群落种类的竞争与相食等关系实现的（虽则最初起因于环境条件的改变），这与周期性的季节变化是十分不同的，季节变化是一种周期性的现象。

三

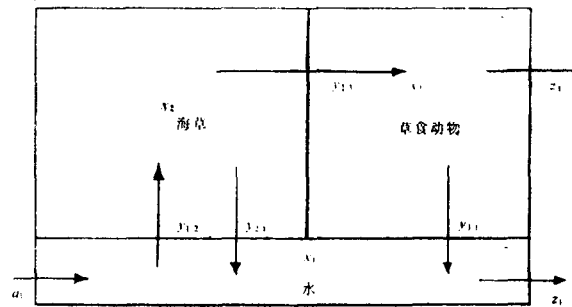
由于海草场在外观上的单调以及整个海草种类的贫乏，因而长期以来普遍认为海草场生物群落的结构非常简单。显然，这一看法是十分片面的，因为有些海草场群落具有复杂的系列演替。而且，每一种类型都有自己特殊的生态学特征，而且这些群落结构的复杂性与其组成种类的生长型密切相关。狭叶大叶藻型和喜盐草型的群落结构一般比较简单，它们通常由形成镶嵌型排列的少数几种生物组成；除海草外，一般无其他大型植物，只有几种附生植物（主要是硅藻）存在。附着动物也较少，只有几种小型动物隐蔽在根部。阔叶大叶藻型的群落结构较为复杂，组成群落的生物种类较多。例如，在青岛水域，附生在大叶藻或虾形藻叶片上的海藻有海非异皮藻 *Heteroderma zostericola* Fosl. 及浒苔属 *Enteromorpha*，水云属 *Ectocarpus*，多管藻属 *Polysiphonia*，仙菜属 *Ceramium* 的一些种类，另外还有一些底栖硅藻类，苔藓虫的一些种类通常也附生在大叶藻等的叶片上，常见的有美丽琥珀苔虫 *Electra tenella* Hincks、卵形达苔虫 *Dakaria subovoidea* Diorbigny、东方拟小孔苔虫 *Microporella orientalis* Harmer、扇形管孔苔虫 *Tubulipora flabellaris* Fabrius、加州草苔虫 *Bugula californica* Robertson 等、底栖动物中有一些多毛类如扁裂虫 *Typosyllis fasciata* (Malme-gren)、千岛裂虫 *Typosyllis adamantens Kurilensis* Chlebovitsch、具芽裂虫 *Exogone gemmifera* Pagenstoecher、棒格裂虫 *Brania clavata* (Claparede)、黎球裂虫 *Sphaerosyllis porifera* Claparede、多眼虫 *Polyophtalmus pictus* (Dujardin) 等也栖息于海草场中。另外，还有一些行固着生活的贝类、甲壳类及游泳的甲壳类、幼鱼等也是组成阔叶大叶藻型海草群落的成员。

由于海草发达的根系和繁密的生长，因而能够牢固地固定底质；即使是较纤细的喜盐草型和狭叶大叶藻型也能够起到这种作用。有人曾经报道了海龟草场在飓风袭击下几乎不受影响，而其四周的珊瑚礁全被毁坏了 (Den Hartog, 1970)。因此，从保护海岸的观点出发，海草场的存在是十分有利的。

四

海草场包括了很多生物, 其中有不少是严格的海草场生物, 虽则它们与海草之间并无直接的食物关系。多种生物的存在, 只丰富了海草场的多样性, 但并无直接的经济意义。有些有重要经济价值的鱼、虾类, 产卵于海草场内, 成长后离开 (Kikuchi, 1974)。现已清楚地知道, 海草场的破坏是佛罗里达沿海鱼虾类消失的重要原因 (Phillips, 1960)。此外, 上面已经提到过海草能从海中吸收并贮存某些营养盐。

海草场生态系统中的能量和营养物质不断有输入和输出, 形成能量流动和物质循环。假定海草场是一个三个成分的自然生态系统: 海水、海草群落和一个食海草的动物群落。假定系统内部均匀, 外部环境保持恒定, 唯一流入的是水和营养盐类, 流出的是水和草食性动物。依此, 即可列出一个非常简单的流程方框图模式。



- x_1 = 海水中营养盐的数量
- x_2 = 海草中营养盐的数量
- x_3 = 食草动物中营养盐的数量
- a_1 = 海水中营养盐流入的速率
- z_1 = 海水中营养盐流出的速率
- y_{12} = 海草从水中摄取营养盐的速率
- y_{23} = 食草动物从海草中摄取营养盐的速率
- y_{31} = 营养盐由食草动物到海水中损失的速率
- z_3 = 营养盐由海草到海水中的损失速率
- z_3 = 草食动物中营养盐流出的速率

根据流程方框图, 可以列表统计营养盐类在海草场中的数量和速率。进一步的工作在于取得这些具体数字。

	成 分		
	水	海 草	食草动物
数 量	x_1	x_2	x_3
流 入	a_1	0	0
流 出	z_1	0	z_3
转移 (水)	—	y_{12}	0
(海 草)	y_{21}	—	y_{31}
食 草 动 物	y_{31}	0	—

五

从已掌握的资料看,海菖蒲,海龟草及海神草场多见于热带的我国西沙群岛和海南岛。喜盐草及二药草场多见于广东大陆沿海和广西沿海。大叶藻及虾形藻场是温带类型,广布于辽宁、河北及山东沿海(杨宗岱,1979)。江苏及浙江沿海因海水透明度太低,未有海草场分布(浙江外海岛屿有少量分布)。在上述草场中,以大叶藻,虾形藻及海龟草场最为普遍和显著。

从草场的适温性质来看,热带性的有三类,即海龟草、海菖蒲及海神草;泛热带——亚热带性的有二类,即喜盐草和二药藻(Lipkin,1977);温带性的有二类,即大叶藻和虾形藻(Setchell,1920;1935)。草场生物种类既与草场的适温性质也与何类草场有关(菊池泰二,1973)。

参 考 文 献

- 杨宗岱 1979 中国海草植物地理学的研究。海洋湖沼通报2:41—46
菊池泰二 1973 藻场生态系。山本获太郎编海洋生态学。东大出版会,23—27页。
Chapman, A.R.O. 1974 The ecology of macroscopic marine algae. *Ann. Rev. Ecol. et Syst.* 5:65—80
Den Hartog, C. 1970 The seagrasses of the world, Tweede Reeks, Deel 59 No.1.
Kikuchi, T. 1974 Recent advances in the studies on seagrass ecosystem. シントス研连志17/1—21.
Lipkin, Y. 1977 Seagrasses of Sinal and Israel. *Mar. Sci.* Vol.4 (Seagrass Ecosystema)263—291.
Knox, C. A. 1963 The biogeography and intertidal ecology of the Australasian coast. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 1:341—404.
Mann, K. H., and A. R. O. Chapman 1975 primary production of marine macrophytes. *Inter. Biol. Prog.* 3:1—15.
McRoy, C., and C. McMillan 1977 Production ecology and physidogy of seagrasses. *Mar. Sci.* Vol.4 (seagrass ecosystems);53—81.
Phillips, R. C. 1960 Observations on the ecology and distribution of the Florida seagrasses. Professional Papers Series Numb. II, Florida State Board of Conservation Marine Laboratory 1—12.
Setchell, W. A. 1920 Geographical distribution of the marine spermatophytes. *Bull. Torrey. Bot. Club.* 47:563—579.
Setchell, W. A. 1935 Geographic elements of the north pacific ocean. *Amer. Natur.* 69:560—577.

A PRELIMINARY STUDY ON THE DISTRIBUTION, PRODUCTIVITY, STRUCTURE AND FUNCTIONING OF SEA-GRASS BEDS IN CHINA

Yang Zongdai Wu Baolin

(*Institute Oceanology, Academia Sinica*)

Sea-grasses are aquatic angiosperms completely adapted to live in the marine environment. The number of species is rather small, about 50, belonging to 12 genera in the order of Helobiae, 9 of them belong to Potamogetonaceae and the other 3 to Hydrochar taceae.

According to our own survey, The beds of *Thalassia Enhalus* and *Cymodocea*, are distributed in the tropical seas around the islands of Hainan and Xisha, while the beds of *Zostera* and *Phyllospadix* are widely distributed in the temperate seas of Shandong, Hebei and Liaoning provinces. The distribution of *Halophila* and *Hatodule* beds extend their area from tropical seas of Hainan and Xisha Islands to subtropical seas of Guangdong and Guangxi provinces.

The production of the beds of *Thalassia* is estimated at 500—1500 gc/m²-year, the production of *Phyllospadix iwatensis* is 696 gc/m²-year; while Hat of *Zostera marina* is 564 gc/m²-year; and of *Z. caespitosa* is 432 gc/m²-year.

Development or dynamic zonation is more commonly called plant succession, because starting from bare ground one can observe a series of communities that succeed one another until the final or climax community is attained. Following the scheme of Hartog, we had subdivided the sea-grasses of China into five growth forms (Parvozosterids, Magnozosterids, Syringodiids, Enhalids and Halophilids). Each growth form has its distinct ecological features, therefore its succession is not the same.

Thalassia may be generally regarded as a climax stage in the succession, while *Phyllospadix* beds is only a transition stage to the kelps except in our country. The most simple succession is that of the *Zostera* beds. In that case the pioneer stage is the climax stage at the same time.

The structure and functioning of sea-grass beds in China are briefly discussed. Algae flora and invertebrate fauna in sea-grass beds have been studied, and the significance of sea-grasses beds for the conservation of inshore fishery resources has been indicated.