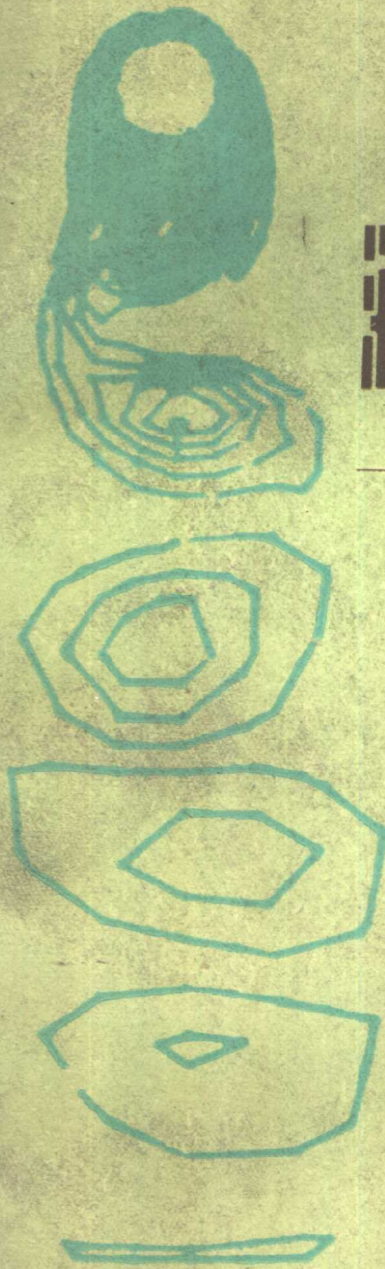




海洋生態系

——構造と機能——

山本眞太郎

海洋出版社

海洋生态系

构造与机能

(日) 山本瓊太郎 著

赵焕登 孙修勤 译

李冠国 沈汉祥 校

海洋出版社

1981

海洋生态系
构造与机能

(日)山本瓊太郎 著

赵焕登 防修明 译

李冠国 沈汉祥 校

海洋出版社出版

北京复兴门外海贸大楼

邯郸地区印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1981年7月第一版 开本: 787×1092.

1981年7月第一次印刷 字数: 70,000

印数: 1,457 印张: 3 11/16

统一书号: 13193·0053 定价: 0.30元

中文版序言

去年秋天，与我有过书信来往的中国科学院海洋研究所的吴宝铃博士来我国访问。访问期间，我们进行了亲切的交谈。当时，吴博士说山东海洋学院的赵焕登先生和国家海洋局的孙修勤先生正在翻我前几年所著的《海洋生态系——构造与机能》一书，并说译本预计来年春天出版。

在接近出版的日期，吴博士又希望我为中文版写一篇序言。首先，我为我的著作能获得中国年轻科学工作者的研读深感荣幸。其次，我要对辛苦从事此书翻译工作的赵焕登、孙修勤先生表示衷心的感谢。

本书是作为学生的通俗读物而写的，所以文中省略了参考文献目录，因此，研究者在研读本书时会感到不便。日本国内的读者，对此提出了很多问题，但我都尽量详细地给予解答。本书在以中文出版时，预料也会出现同样的问题。所以在此我要特别申明，对于满怀热情的中国青年研究者，我一定给予必要的帮助。

日本的生态系研究还是很年轻的，我想今后会很快地发展起来，预料中国也会同样。在本书中，我对几个应注意的问题做了阐述。可是，自那以后又过去了一段时间，此间也许还有更多新的问题出现。我想随着海洋生态系为人类的不断认识，它定会给人类带来更多有形和无形的益处。

对作为海洋生态学专家的吴宝铃博士及赵焕登、孙修勤先生深表敬意。

山本護太郎

1980、3、6 惊蜇日

序 言

生物的生存与它周围的环境有着密切的关系。一方面，生物需从环境中索取能量和物质来养活自己。另一方面，生物在生存过程中，由于受环境变化的影响会产生各种不同的反应，把各种物质排泄到环境中去，结果使环境发生变化。

由于生物和环境反复不断地相互影响、相互变化，所以，生物和环境之间保持着一种不可分割的关系。基于这种看法，我们可以把生物群落和围绕着它的环境作为一个统一的系统来看待，这个系统就是生态。

在这个系统中，能量和物质的转换过程是生态系的结构，同时也是在生物群落和环境系统中生物生产的结构。形成这种结构的各种要素一般包括生物要素和非生物要素两种，生物要素又包括生产者、消费者和能够把死的生物体分解成无机物的分解者。

在海洋中，不仅存在着受海水的密度和粘度所支撑的、在陆地上不能生存的、营浮游生活的生物群，而且还存在着在水中呈立体分布的各生物要素，可以把它们看作适应这种环境的生物链。

不消说，非生物要素当然是指各种不同的环境要素本身而言，如水中的照度、水温、盐分、溶解氧、海水的pH值、溶解营养盐、溶在水中或呈悬浮的颗粒有机物等。

具有这样一般结构的生态系，根据不同的海洋地形，形

成各自特异的生态系。

在生态系中，生物与环境之间是否具有某种作用与反作用的关系呢？我想就其中的几个问题谈谈我的看法。

生物的生活可以逐渐变环境。但是，当环境因某些原因有时间一定方向发生变化时，生物群落会随着这种变化发生演替。生态系演替的初期或是预极的不同，都表现在生态系的结构和机能上。据认为，这种不同是有一定规律的。

本书把能量和物质的循环以及自我调节作用，作为生态系的机能来叙述。但根据目前情况来说，关于最后的一个问题还不十分清楚。

山本瓊太郎

1976、12

内 容 简 介

本书简要、通俗地介绍了生态系的基本概念，海洋生态系的构成要素，各要素之间的相互关系，海洋生物群落，海洋中各生态系的特征，海洋生态系的构造与机能，以及研究展望。

适合具有中等文化程度的有关生物、水产、环保以及海洋科技等专业人员、教学人员及科学工作者参考。

目 录

第一章 什么是生态系

第二章 构成海洋生态系的要素

第三章 海洋的生物群落

第四章 海洋各生态系的特征

- 一、沿海、内湾生态系
- 二、藻场生态系
- 三、珊瑚礁、红树林沼泽生态系
- 四、外洋及上升流海域生态系

第五章 生物和环境之间的关系

- 一、光和生物的生活
- 二、从初级生产者来看各种生物群落的特点
- 三、水温和生物的生活
- 四、海水的化学组成及生物的生活

第六章 生态演替——与海洋生态系统结构的关系

- 一、自发演替
- 二、被动演替
- 三、马加莱夫 (Margaref) 的演替模式
- 四、演替和生态系

第七章 生态系的机能

- 一、能量的运转
- 二、物质的循环
- 三、自我控制作用

第八章 研究的展望

第一章 什么是生态系

在海洋中可以看到各种不同类型的生物。就其内容浅显地说，生物，尤其是在动物分类学上所属的各门动物，几乎都存在于海洋之中。

在陆地上，昆虫的种类很多，约达75万种，分化成以种子植物为代表的多种植物类群。这些在陆地上发展起来的分类群，在海洋中就没有那么多。但从原生动物到脊椎动物各动物分类群，在海洋里却几乎全部都有，它们大约有25万种之多。它们都占有各自的生态地位，并在其上生活着。单细胞的浮游藻、多细胞的底栖藻、海藻和海草是多种多样的，它们进行着独特的分化，其生活方式和陆地上的生态系完全不同。即单细胞藻类显示的是生产者的生活方式，也可以说是浮游生活方式，这在陆地生态系中是完全见不到的，而在海洋生态系中却是特有的。生物在海洋中的生活方式，正如人们所熟悉的，大体分为浮游、游泳和底栖三大类型，这些都是构成海洋生命系的重要因素。而在陆地生态系中，浮游生物是完全不存在的。

换句话说，与陆地生态系的生物要素相比，海洋生态系的生物要素分布要立体得多，生态地位在分化，无论食物的地位或者生活场所的位置都很复杂。

在这里所说的生态系（ecosystem）这个词，是英国植物生态学家坦斯利（Tansley, 1935）最早提出来的。在坦

斯利以前，丹麦的比斯（Möbius, 1877）和夫奥甫斯（Förroes）分别用了生物群落（biocoene）和小宇宙（microcosm）这两个词，记述了和坦斯利相同的内容和想法。

在坦斯利发表生态系概念时，人们认为植物群落是植物自身生活的产物，它使环境，尤其是土壤的性质逐渐地发生变化。具体来说，土壤中有机物的含量是随着植物生活的年周期而逐渐增大。不仅如此，植物生活的年周期还导致土壤含水量、土壤水分蒸发量以及土壤中的pH值等许多环境条件发生变化。而环境条件的变化所产生的影响又反作用于植物本身的生活。从长期来看，这种反作用最终给那些植物的生活带来变革，引起所谓生态演替。可以一般地认为：生物和环境之间作用与反作用的相互关系是经常起作用的。就生物的生活来说，它与环境有着不可分隔的关系，这一点是非常重要的。所以把生物群落和环境作为统一的整体来看，这也就是所谓生物的自然现象。直到现在这种认识也没有什么改变。

可是，坦斯利提出的生态系，具体指什么呢？未必都搞清楚了。后来，经过研究，人们逐渐弄清了生态系的一般构造和机能，但是不能认为把各个生态系都已彻底搞清楚了。因为它的结构在生物间的作用中，在生物和环境之间的相互关系上复杂地变化着，其机能也变化多端，它所显示的这种调整正是生态系的特征之一。像在后面所叙述的那样，生态系是个物理的系统，决不是个封闭的系统，它与其他生态系之间不同程度地进行能量和物质的转换，实际上它们是相互制约的。因此、所以说要分析生态系是有困难的。

研究生态系的困难，还在于空间的广阔。

生态系的生物因素，是根据优势种群的生活型的类型区分的生物群落（biome）构成的。而这个生物群落因为作为对环境适应型的生活型是区分类型的主要基础，所以受生物群落的构造和环境的构造两者所控制。

第二章 构成海洋生态系的要素

构成海洋生态系的要素有生物要素、非生物要素以及连接它们的要素，即①自养生物（多称生产者），②异养生物（称为消费者），③分解者，表现为三种不同营养代谢的生物要素；④溶解、悬浮的有机物（多称有机碎屑），⑤添加的无机、有机物质；⑥非生物的环境要素。后三种是非生物要素，但④、⑤两种要素兼有生物要素和非生物要素的机能。

1) 自养生物

这是种拥有光合作用色素、能进行光合作用的植物。主要指浮游植物、海藻以及大叶藻类，其中还包括能进行光合作用的细菌。因为在单细胞藻和原生动物中，有的不是营浮游生活，而是营底栖或附着生活。在比较浅的河口、内湾的底层及在这些海域生长的海产种子植物和海藻的表面上建立生活区域的，被称为叶上生物的微小生物中，多数同浮游植物一样具有光合作用色素，能进行光合作用，它们占有作为生产者的地位。这些以无机物质（当然也包括水在内）和光能为基础，合成生物体的生物群，可以说起到了把物理能转化为生物能的作用，从而形成生态系生物生产的基础。

2) 异养生物

这里包括营异养的动物和菌类。若从食物链或营养阶段来说，可以认为异养生物各具有几个食物群或食物阶段。所

谓植食动物就是与自养生物直接连结构成食物链的动物，而肉食动物则包括与植食动物直接连接以及与小肉肉食动物连接构成食物链的动物，即包括一、二、三、级消费者，所以称为异养生物。

海产无脊椎动物中有好多种动物，其大部分食物是依靠悬浮的或沉积的微粒状有机物。这些动物构成了与浮游生物等自养生物——一级消费者、二级消费者、三级消费者不同性质的食物链，因而食物链就形成一个组合复杂的食物网。前者的食物链称为捕食食物链。把以悬浮、沉积有机物为食的动物连接在一起的食物链称为碎屑食物链。这两种食物链在海洋生态系中是最普通的，而且是并列的。

与这两种食物链不同，当浮游植物和大型植物作为多量的腐殖质（humus）存在于海洋中时，往往可以看到分解这些腐殖质的细菌和原生动物大量繁殖的现象。吃这些细菌和原生动物的动物，就形成一个或两个食物群的食物链，即细菌—原生动物—小型肉食动物—稍大型肉食动物的食物链。因为这些食物链同碎屑食物链很近似，在河口或内湾，只在某一季节才能看到，所以必须与碎屑食物链加以区别，这种食物链称为腐殖食物链。

在这里所例举的三种食物链构成了复杂的网络结构，即生态系的生物结构。在这种结构和环境的关联上，成立了生产结构。物质和能量通过生态系的生物结构进行转换，在环境和生物结构之间授受和转换。

3) 分解者

大部分细菌是分解者。若以细菌的生活为中心未考虑的话，重要的意义并不再于分解生物体的有机物质，而在于以

生物体有机物为材料来合成细菌本身所必需的物质。如果以这样的看法为基础，那么细菌和异养生物在本质上是没有什么区别的。从这一观点来说，异养生物和分解者是合二而一的，所以有时也把它们称为还原者。可是在生态系中，分解阶段的有机物在环境中悬浮或沉积，进而分解成溶解有机物和溶解无机物。这一现象是非常重要的。因此明确认识分解者的特异生态地位是很必要的。

4) 溶解的和悬浮的有机物质

在生态中所生产出来的生物体，在一定阶段要死亡，死亡的生物体要被细菌分解，分解过程的最后阶段是进行无机化。在分解过程的中间阶段，生物体的微粒悬浮在水中同浮游植物一起作为滤食动物的食物而被摄取。这些悬浮在水中的微粒状有机物的量，一般来说比活着的浮游植物的现存量要多一位数字，这是被许多研究者所证实了的。这种现象在以水为媒介的海洋或湖沼的生态中是应该引起注意的特别现象。这种现象也可以看作是一种非生物的环境要素，像前面叙述过的那样，是生物要素和非生物要素的连接点。还有，碎屑食物链，作为食物群之一被动物摄取，在高档食物群中，形成能量和物质转换的基本点。说到底，从重视这些悬浮的有机碎屑在食物链中占有的特殊生态地位这一立场来看，在海洋生态系中应把它作为一种重要的要素来对待。

关于这些溶解、悬浮的有机物的由来以及不能不加以补充的重要现象，近年来已为人们所发现，并在议论之中。

浮游植物在光合作用过程中，所产生的一部分比较低分子的有机化合物，被分泌到细胞外，并溶解在水中。这个阶段的有机物称为细胞外生物。它们相互附着、凝聚在水里的

空气泡等的界面上。由于细胞的作用，进一步附着凝聚，逐渐形成微粒。这样产生的悬浮有机物其数量一般认为相当大，所以不能忽视。

赫布斯特 (Herbst, 1965) 证明，在培养的浮游植物进行光合作用的过程中，分泌到细胞外的溶解有机物竟达全同化量的25%。丹麦的弗伦克尔 (Frenkel, 1970) 强调说，有许多细菌，当然还有各种原生动物和微小的藻类附着在发展成微粒状态的悬浮有机物的表面上生长。滤食者在摄取这种食物时，这些微小生物群作为营养来源占有很大的比重。

5) 添加的无机有机物质

这是一种所谓的外来性物质。生态系或多或少具有开放特点，特别是在生态系发展的初期阶段，即使生态系很小，这种特点也很显著，外来性物质所起的作用也很大。

沿岸、内湾的生态系之所以能保持较高的生物生产，我认为有两个主要原因：其一，来自丰富地沉积在底层的有机物营养盐类，被运到有光的表层机会多；其二，通过陆水流入的外来物质，对维持较高的生物生产起了作用。但这些外来物质的过多流入，有破坏原来生态系平衡的危险。

6) 非生物的环境要素

包括作为生物生活介质的海水、生产者直接用来进行光合作用的光能（即水中照度）、水、二氧化碳以及溶解盐类、规定生物生活条件的水温、盐分、水的流动、水深及底质等多种因素。

要仔细地剖析某一种生物的生活内容，找出哪一种环境因素对该生物起主要作用是很困难的。例如：在海洋中控制初级生产的要素是水温、光和营养盐溶液，可是除了这三种

要素之外，不消说还必须具备有其他许多环境因素中的某些条件。

在上面所说的各种构成要素中，以生物要素为中心。现将生态系的能量和物质转换模式简化如下（图1）。

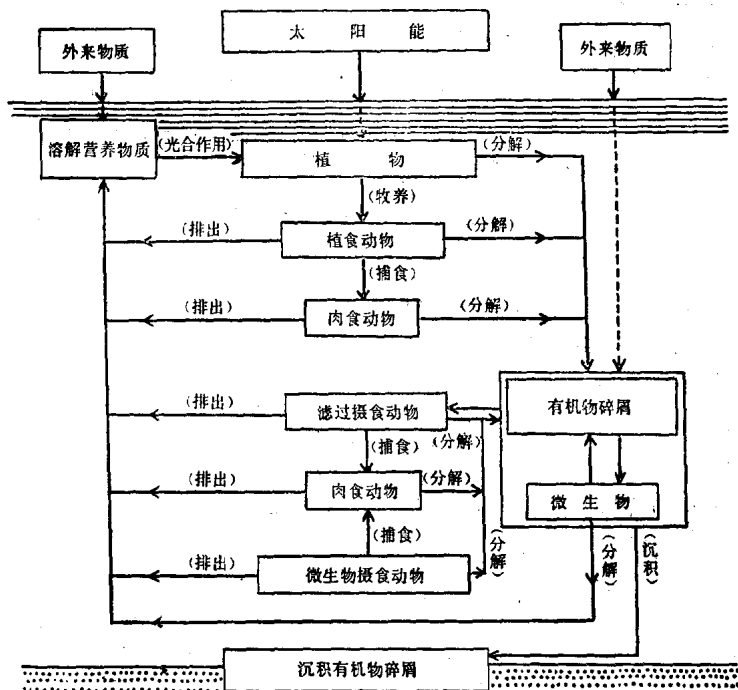


图1 海洋生态系的能量及物质的循环途径，即生产结构，在此表示为捕食食物链和有机碎屑食物链

根据图 1 我们可以看到像肉食动物的食物链虽概括为几个环节，但要比实际的食物链简单。同样，所谓的滤食动物，被描绘成只摄食有机碎屑和微生物。可是实际上在这些动物的胃内，一般不仅可以看到像上面叙述过的生长在悬浮有机物表面上的微小生物，而且还可以看到浮游的单细胞藻类。不过，这也是相当简化了的。还有溶解营养盐类，其来自于各种不同生活型的动物的排出物，这是毫无异议的。但在这些被认为是排出物的东西当中，可以看到有机氮和磷等。这是由于细菌参与分解并使之无机化的结果。作为营养盐在植物进行光合作用时最初被利用的现象，由于人人皆知，这里就不多累述了。