



普通高中教科书

# 生物学

选择性必修 2

生物与环境

人民教育出版社



# 第1节

## 生态系统的结构

### 问题探讨

大豆是发源于我国的重要粮食作物。大豆田里生长着稗草、苘麻、鸭跖草等多种杂草，分布着七星瓢虫、大豆蚜等动物，土壤里还有蚯蚓、线虫，以及多种微生物。每公顷大豆与共生根瘤菌每年固氮可以超过100 kg。

#### 讨论

1. 大豆根系会给土壤带来哪些变化？
2. 大豆与其他生物之间存在什么关系？
3. 根据以上讨论结果，请用一句话概括生物与环境的关系。



大豆田间剖面图

### ◎ 本节聚焦

- 生态系统有哪些主要组成成分？它们是如何构成生态系统的？
- 生态系统具有怎样的营养结构？
- 食物网的复杂性对于解决生态学问题有什么启示？

在大豆田中，大豆与稗草、大豆蚜等生物之间，大豆与非生物环境之间存在复杂的关系。非生物环境的状况，决定了哪些生物能够在这一区域内定居和繁衍；生物群落的存在又改变着环境。在环境条件大体相同的地方，群落的外貌和结构往往也相近或相似。这些都说明生物群落与非生物环境有着密不可分的关系。

### 生态系统的范围

在一定空间内，由生物群落与它的非生物环境相互作用而形成的统一整体，叫作生态系统（ecosystem）。

生态系统的空间范围有大有小。一片森林、一个湖泊、一片草原、一条河流、一块农田等，都可以各自成为一个生态系统。地球上的全部生物及其非生物环境的总和，构成地球上最大的生态系统——生物圈（biosphere）。

生态系统类型众多，一般可分为自然生态系统和人工生态系统两大类。自然生态系统又可划分为水域生态系统和陆地生态系统。水域生态系统可进一步分为海洋生态系统和淡水生态系统等；陆地生态系统可进一步分为森林生态系统、草原生态系统、荒漠生态系统、冻原生态系统等。人工生态系统又可分为农田生态系统、人工林生态系统、果园生态系统、城市生态系统等。

## 生态系统具有一定的结构

要分析生态系统的结构，首先要分析生态系统有哪些组成成分，以及各组分之间的关系。

### 思考·讨论

#### 分析生态系统的结构

在森林、草原、农田、湖泊等生态系统中，挑选你和本小组同学熟悉的两个生态系统，分析它们的组成成分以及各组分之间的联系。也可以用以下两个生态系统为例来进行分析。

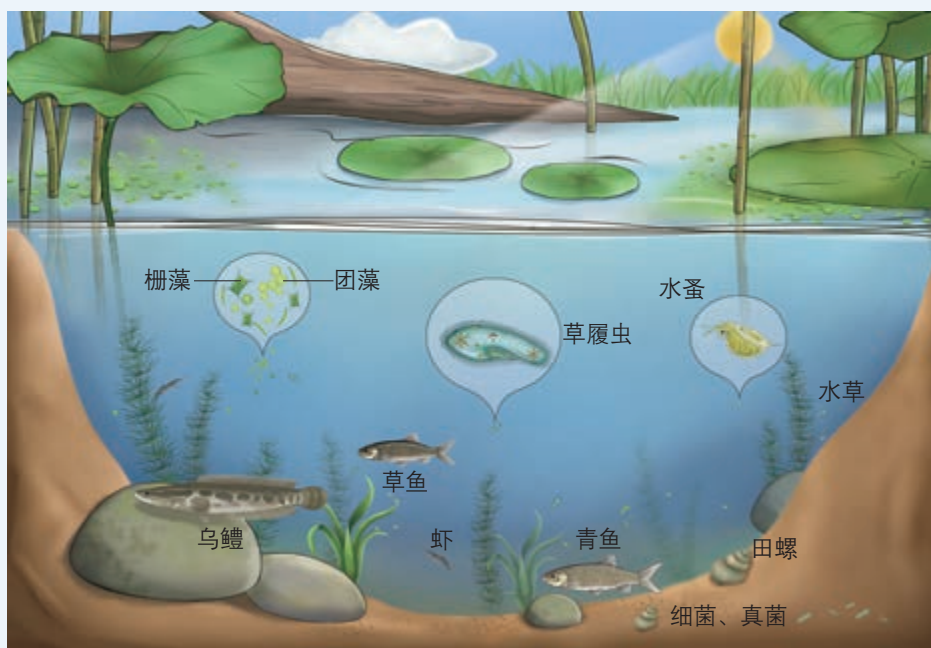
##### 生态系统 1 某荒漠生态系统

在我国西北半干旱区，豆科植物柠条常被用来进行人工固沙。柠条扎根于沙粒间，顽强生长形成灌丛。在某沙化地区合理种植柠条之后，群落内物种丰富度逐渐增加并趋

于稳定。群落中有地锦、胡枝子、画眉草、狗尾草、猪毛蒿等植物。还分布着多种动物，其中，植食性的有蝗虫、蝼蛄、叶蛾、土蜂等；肉食性昆虫或其他小动物有姬蜂、步甲、园蛛、蜈蚣等。在柠条根系周围的土壤中，生活着难以计数的真菌、细菌、放线菌。群落处于稳定状态时，群落所栖居的土壤表层含水量增加，土壤养分也在改善。

##### 生态系统 2 某池塘生态系统

下图为一个池塘生态系统的示意图。



某池塘生态系统的示意图

#### 讨论

1. 分析上述生态系统中生物之间的食物关系，你能画出多少条食物链？与其他同学画出的食物链进行比较，分析各自的食物链

是否需要修改，共同完善该生态系统的食物链和食物网。

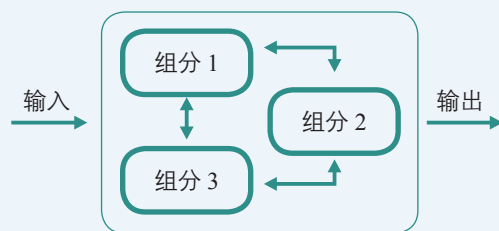
2. 按照不同种类生物的营养方式，以及它们在生态系统中的作用，将上述生态系

统中的生物进行归类。

3. 在上述生态系统中，食物链之外还有哪些成分？它们对生态系统来说是不可缺少的吗？为什么？

4. 每个生物体的生存都离不开物质和能量。这些生物是怎样获得物质和能量的？不同种类的生物获取物质和能量的途径一样吗？

5. 参照一般系统的结构模式图(下图)，尝试画出生态系统的结构模型。



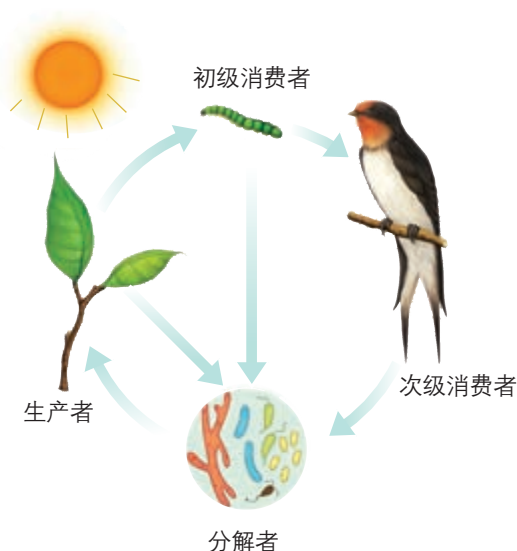
**生态系统的组成成分** 通过上述活动，可以看出，尽管荒漠生态系统和池塘生态系统具有不同种类的生物，但它们具有相似的组成成分。



上述组分之间是什么关系呢？

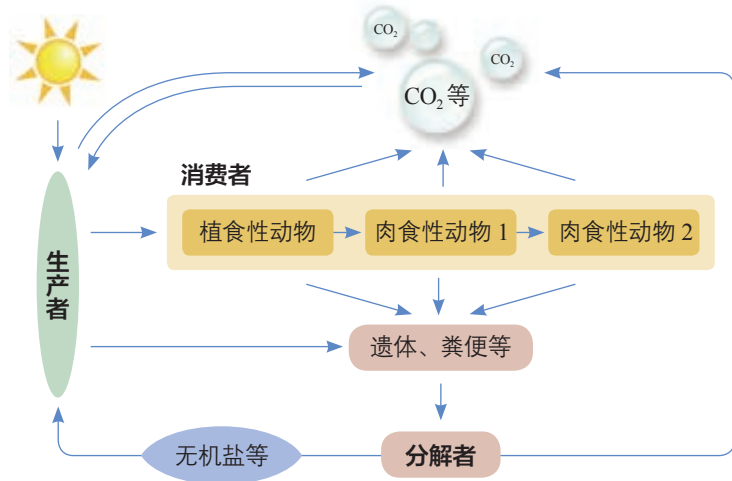
在生态系统中，生产者通过光合作用，将太阳能固定在它们所制造的有机物中。太阳能转化成化学能，从而可以被生物所利用，因此，生产者可以说是生态系统的基石。消费者通过自身的新陈代谢，能将有机物转化为无机物（ $\text{CO}_2$ 、水、氨等），这些无机物排出体外后又可以被生产者重新利用。可见，消费者的存在，能够加快生态系统的物质循环。此外，消费者对于植物的传粉和种子的传播等具有重要作用。分解者能将动植物遗体和动物的排遗物分解成无机物。如果没有分解者，动植物的遗体和动物的排遗物会堆积如山，生态系统就会崩溃。因此，生产者、消费者和分解者是紧密联系，缺一不可的（图3-1）。

正是由于生态系统中各组成成分之间的紧密联系，才使生态系统成为一个统一的整体，具有一定的结构和功能。



▲ 图 3-1 生产者、消费者和分解者的关系示意图

生态系统多种多样，但是在结构上有许多共同点，这可以用图3-2所示的模型来表示。



▲ 图3-2 生态系统的结构模型

**食物链和食物网** 图3-3展示了某个草原生态系统中的食物链（food chain）以及不同生物所处的营养级。生产者——玉米属于第一营养级；直接以玉米为食的植食性动物是初级消费者，属于第二营养级，如蝗虫；次级消费者是以初级消费者为食的肉食性动物，如蛙，它们属于第三营养级；三级消费者是以次级消费者为食的肉食性动物，如蛇，它们属于第四营养级。鹰捕食蛇，则鹰是四级消费者，属于第五营养级。绿色植物所固定的太阳能，能通过食物链由一个营养级向下一个营养级传递。各种动物所处的营养级并不是一成不变的。例如，图中的鹰若以蛙为食时，它就属于第四营养级了。

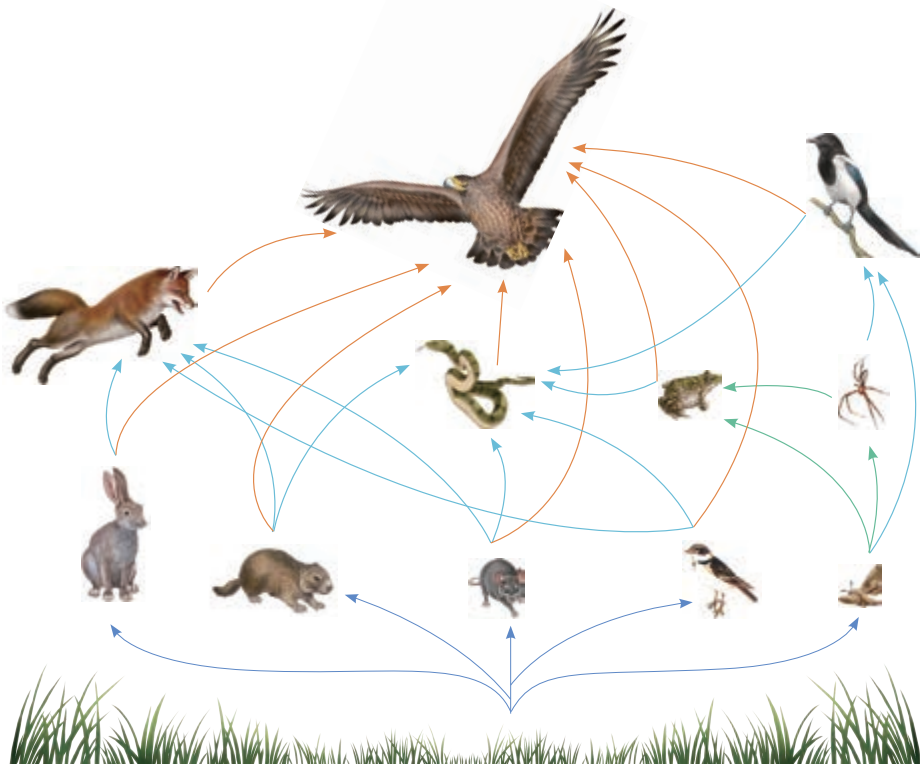
食物链上一般不超过五个营养级，想一想，这是为什么？



▲ 图3-3 某食物链上的营养级

在生态系统中，一种绿色植物可能是多种植食性动物的食物，而一种植食性动物既可能吃多种植物，也可能被多种肉食性动物所食。食物链彼此相互交错连接成的复杂营养关系，就是食物网（food web，图3-4）。





▲ 图 3-4 某陆地生态系统的食物网

错综复杂的食物网是使生态系统保持相对稳定的重要条件。如果一条食物链的某种动物减少或消失，它在食物链上的位置可能会由其他生物来取代。一般认为，食物网越复杂，生态系统抵抗外界干扰的能力就越强。

食物链和食物网是生态系统的营养结构，生态系统的物质循环和能量流动就是沿着这种渠道进行的。

## 练习与应用

### 一、概念检测

1. 研究表明，在我国华北地区某苹果园里生活着多种昆虫，害虫主要有卷叶蛾、蛱蝶、蚜虫和食心虫等；害虫的天敌（即天敌昆虫）为草蛉、异色瓢虫、螳螂等；既非害虫又非害虫天敌的中性昆虫有蚊、蝇、蚂蚁等。在果园中种草，天敌昆虫的种类和数量都有增加。判断下列说法是否正确。

- (1) 卷叶蛾、蛱蝶、蚜虫等植食性动物是初级消费者。 ( )
- (2) 卷叶蛾→螳螂→黄雀，构成一条食物链，其中螳螂位于第二营养级。 ( )
- (3) 中性昆虫在果园生态系统中是多余的。 ( )
- (4) 种草后，果园中的食物网更复杂，有助于果园生态系统抵抗外界干扰。 ( )

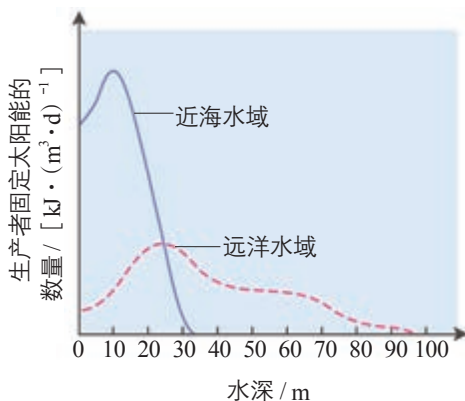
2. 食物链彼此相互交错形成食物网。以下有关食物网的说法正确的是 ( )

- A. 每种动物可以吃多种植物
- B. 每种生物都被多种生物捕食
- C. 每种生物都只位于一条食物链上
- D. 一种生物可能属于不同的营养级

3. 动物园里饲养着各种动物，栽培了多种植物。它们构成一个群落吗？动物园是个生态系统吗？

### 二、拓展应用

下图是某海洋生态系统中，生产者固定太阳能的数量与水深关系的曲线。



请据图回答以下问题。

(1) 在远洋水域，从水深 30 m 处开始，随着水深增加，固定太阳能的数量逐渐减少，影响这一变化的非生物因素主要是\_\_\_\_\_。

(2) 近海水域水深为\_\_\_\_\_时，生产者的数量最多。

(3) 生活在水深 100 m 以下的生物，从生态系统的组成成分看，主要是\_\_\_\_\_。

## 黄石公园灭狼与引狼入园的启示

美国黄石国家公园成立于 1872 年，面积约为 9 000 km<sup>2</sup>。保护这里的自然生态系统，是建立国家公园的初衷。

20 世纪初，这里开展了灭灰狼运动，不久后灰狼在这里绝迹了。随着灰狼的绝迹，原先生活在灰狼捕食阴影下的加拿大马鹿（*Cervus canadensis*）的种群迅速增长，活动范围也不受制约，它们肆意取食杨树幼苗。由此，公园里不少地区见不到杨树的幼苗和新生林，杨树种群长期得不到更新，种群老化、衰退。杨树是公园里的主要树种，杨树种群衰退，使得原本生活在杨树林群落里的多种生物的生存受到严重威胁，其中也包括加拿大马鹿。灭狼后的公园生态系统状况恶化了。

在弄清楚灰狼、加拿大马鹿、杨树之间的物种制衡关系后，20 世纪末，公园管理者从外地引进了灰狼。

灰狼入园后，面对灰狼的威胁，加拿大马鹿原先偏爱的河谷、平原等取食场地，成了它们最担惊受怕的地区。在繁殖期，马鹿群不得不转移到海拔 1 500 m 以上的山地以保护小马鹿。到冬天，马鹿群才敢回迁到河谷和平原。由于马鹿取食黄石公园引狼入园前（左）后（右）对比图

场地的变化，许多杨树得以在河谷、平原存活和长高，杨树种群慢慢恢复。同时，由于灰狼捕获的马鹿多数是老弱病残，存活下来的马鹿以健康、年轻的为主，于是，加拿大马鹿的种群结构也得到优化。

关于是否是灰狼拯救了黄石公园的生态系统，目前也有不同的声音。有人认为，人类猎杀、气候改变等因素也是加拿大马鹿种群数量减少的原因。看来，黄石公园里的故事并不简单。

灭狼和引狼入园，以及类似的事例给我们诸多启示：生态系统本身有维持稳定的机制，人类不尊重生态规律的荒唐行为，得到的一定是教训。

