

环 境 科 学 基 本 知 识 丛 书

环境生物学

黄玉瑶 编著

中国环境科学出版社



环境科学基本知识丛书

环境生物学

黄玉瑶 编著

中国环境科学出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

环境生物学/黄玉瑶编著. —北京:中国环境科学出版社, 2000.10

(环境科学基本知识丛书)

ISBN 7-80135-954-2

I. 环… II. 黄… III. 环境生物学-基本知识
IV. X17

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 51216 号

1.1. 000000

中国环境科学出版社出版发行

(100036 北京海淀区普惠南里 14 号)

北京市联华印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经售

*

2001 年 3 月第 一 版 开本 787 × 1092 1/32

2001 年 3 月第一次印刷 印张 3 3/4

印数 1—6 000 字数 84 千字

定价:5.00 元

序 言

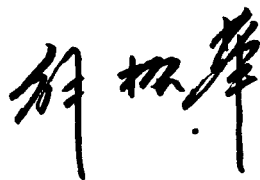
回首二十世纪，既是人类社会获得物质财富最多的世纪，也是人为破坏环境最严重的世纪。在品尝了自己酿成的恶果后，国际社会于1972年在瑞典斯德哥尔摩召开了人类环境会议，开始了防治污染，保护环境的征程，实现了人类环境认识史上的第一次飞跃。20年后的1992年，100多位国家首脑出席了在巴西里约热内卢召开的联合国环境与发展大会，共同探讨环境与发展问题，明确提出摒弃传统增长模式，实施可持续发展战略，实现了环境认识史上的第二次飞跃。正是伴随人类对环境问题认识水平的不断提高，环境保护事业才得以不断深入和发展。

二十多年来，在党和国家的重视和领导下，我国环境保护工作从小到大，从弱到强，取得了很大的进展，与此同时，全民环境意识也有了很大的提高。刚刚过去的五年，是我国公众环境意识提高幅度最大的时期，是环境保护与经济发展结合最紧密的时期，也是环境保护发展最快的时期。正是由于各级党委、政府把环境保护作为一项基本国策落实到各项发展进程之中，加快产业结构调整，增加环保投入，加大环境执法力度，才使环境污染恶化的趋势得以基本控制，一些地区和城市的环境质量开始得到改善；正是由于工业企业界不断改革创新，采用清洁生产技术，淘汰落后设备工艺，加强污染治理，才使全国污染物排放总量得以控制并有所减少；新闻界环境宣传和舆论监督的日益广泛和深入，既揭露了破坏环境的行为，促进了环境问题的解决，又提高了

公众的环境意识；在自觉运用法律武器，维护自身环境权益的同时，广大群众也越来越多地参与到保护和改善环境的活动中，这为环境保护事业的深入发展奠定了极其重要的社会基础。

但是，必须承认，目前我国公众环境意识还不是很高。不顾环境承载能力，追求暂时片面发展的现象依然存在；为了企业短期利益，污染一条河，破坏一方土的行为在一些地方还比较普遍。江泽民总书记曾明确指出，环境意识和环境质量如何，是衡量一个国家和民族文明程度的一个重要标志。今后十年，我国将实现第三步战略目标，国民经济仍将保持较快的增长速度，人口也将持续地增长，生态环境面临着巨大的压力。只有尽快提高全民环境意识，形成一个全社会都来关心环境保护，全民都来参与环境保护的局面，我国的生态环境才能得到更加有效的保护，环境质量才能不断得到改善，天更蓝、地更绿、水更清，山川更加秀美的景象才能永驻中华大地。

相信这套丛书的出版将对增进公众环境科学知识，提高全民环境意识起到积极的促进作用。

A stylized handwritten signature in black ink, consisting of three main characters: '解', '平', and a smaller character '·' or '点' between them, likely representing the author He Ping.

二〇〇一年一月

目 录

第一章 什么是环境	(1)
第一节 大气	(1)
第二节 土壤	(4)
第三节 水域	(6)
第二章 什么是环境污染	(10)
第一节 环境问题的由来	(10)
第二节 环境污染物	(12)
第三节 我国环境污染概况	(18)
第三章 什么是环境生物学	(21)
第一节 环境生物学的基本概念	(21)
第二节 生态系统的基本概念	(22)
第四章 环境污染的生态效应	(31)
第一节 环境污染对陆生生物的影响	(31)
第二节 环境污染对水生生物的影响	(38)
第三节 生物积累	(51)
第四节 其他人为活动的影响	(59)
第五章 环境质量的生物监测与评价	(63)
第一节 大气质量生物监测与评价	(64)
第二节 土壤质量生物监测与评价	(66)
第三节 水域质量生物监测与评价	(67)

第六章 环境污染的生物净化与处理	(78)
第一节 大气生物净化	(78)
第二节 固体废物的生物处理与处置	(81)
第三节 污水生物净化与处理	(81)
第七章 生态系统的恢复与重建	(88)
第一节 陆地生态系统的恢复	(88)
第二节 水域生态系统的恢复	(91)
第三节 生物整治	(97)
第八章 废弃物的生物再生与利用	(102)
第一节 污水灌溉	(102)
第二节 污水养殖	(103)
第三节 渔业-农业-工业联合生产与循环系统	(110)

第一章 什么是环境

当前越来越多的人已经认识到环境保护的重要意义。保护环境通常也叫保护生态环境。其实生态环境这个名词并不确切,它包含着生态和环境两个概念,而生态本身就包含有环境的内容。由于生态和环境密不可分,所以人们常常把生态和环境混在一起称为生态环境。那么什么叫环境呢?在学术上,环境是专门指各类生物(包括人类在内)的生存条件的总称。也就是说自从地球上出现生物以后,各种生物的生存条件统称为环境,而在有生物以前地球上的各种条件便不称其为环境。

当前我们所指的环境包括大气、土壤和水域三大部分。这三部分就是构成我们人类和各种生物赖以生存的环境,缺一不可。三者又分别称为大气圈、岩石圈和水圈,三个圈中都有生物生存,又可称为生物圈。

第一节 大气

一、大气成分与气压

1. 大气成分

大气由十多种气体组成,主要是氮气,占 78.09%;其次是氧气,占 20.95%。此外还有少量的氩气(0.93%)、二氧化碳(0.032%)、氦(0.0018%)、氖(0.0005%)以及甲烷、氮氧化物、氢、臭氧、硫化物和氨等。这些微量的气体恰恰是造成大气污染的主要成分。几十年的监测结果表明,大气中的氮、氧含量变化不大,但由于工业生产活动,大量烟尘排入大气,使二氧化碳含量有逐年上升的趋势。它可能引起的温室效应以及由此导致全球性的生态灾难,是科学家们关心的重大环境问题之一。大气中的氮氧化物、二氧化硫、多环芳烃和臭氧污染不仅危害农作物和野生生物资源,而且威胁人体健康。

2. 大气压力

大气有自身的重量,加压于地球表面形成大气压。在海平面上,温度为 0 摄氏度时,1 立方米空气的重量约为 1.3 千克。在 45°处的海平面上 0 摄氏度时用 760 毫米高、1 平方厘米截面水银柱所测的压力值即为 1 个标准大气压,即 760mmHg,相当于 101.32 千帕。

大气压随海拔高度的升高而下降,每升高 1000 米即减少 0.1 个大气压;相反,在水体中,深度每增加 10 米就增加 1 个大气压。

3. 太阳辐射

地表太阳辐射的强度与纬度、海拔高度、水层或土层深度等条件有密切关系,有明显的季节变化。赤道附近太阳辐射较强。而季节变化较小,一年四季都能得到充足的太阳辐射能;在南极和北极地区,获得的太阳辐射能量最少,而季节变化最大,冬季期间没有阳光照射。高海拔地区太阳辐射能量较强,低海拔能量较弱。太阳辐射的地理差异影响生物的生长、繁殖、生产力和分布。

4. 温度

温度是另一重要生态因子,它影响生物的代谢、发育、生长、繁殖和分布。温度的纬度和季节变化情况与太阳辐射是一致的。但与太阳辐射相反的是,高海拔地区温度较低,昼夜变化和季节变化幅度较大。

二、大气与生物的关系

1. 大气与陆生生物的关系

太阳辐射为绿色植物光合作用活动提供能源,是生态系统能流的起点。它对动物的生长、繁殖、发育、代谢活动和分布也有直接的影响。太阳辐射还有杀菌、化学物质光解等作用。因而,太阳辐射是生态系统重要的环境条件。

大气中的二氧化碳为绿色植物的光合作用提供碳源,光合作用产生的氧气释入大气,为各种动物提供呼吸的需要。一切好氧生物时刻也不能离开氧气。

大气中的氧气含量与海拔高度有关,海拔越高,氧气越稀薄,海拔 5500 米处的氧气含量仅及海平面上的二分之一。氧气含量的这种差异,影响动物的种类分布,只有适应和调节能力的物种才能在高原上生活。

2. 大气与水生生物的关系

水体中溶解有各种气体,主要有氮气、氧气和二氧化碳,另外还有少量甲烷、硫化氢和氨等。水中的气体主要是大气扩散、水生植物的光合作用、动物呼吸和细菌分解作用等生物学过程产生出来的。

由于各种气体的溶解度不同,水中气体的比例与大气不一样。大气中 $O_2:N_2 = 1:4$,而水中为 $2:1$ 。水中氧气占的比例较大,但绝对量比大气少得多。1 升空气中含氧气 210 毫升,而 1 升水中含氧量只有 7 毫升。如果温度升高,以及动物、细菌和有机物耗氧,水中含氧量往往不足 7 毫升,严重时

甚至降到零。但在水生植物光合作用旺盛时,溶解氧大大增加,常常可达到饱和或过饱和的状态。

水中溶解氧存在昼夜变化和垂直变化。白天由于光合作用,溶解氧含量增加,夜间由于生物的呼吸作用溶解氧含量下降。表层水溶解氧含量较多,底层水溶解氧含量较低。在有机物多的污浊水体中,溶解氧含量的昼夜和垂直变化尤其明显。水中溶解氧含量不足时抑制水生动物生长,严重时导致水生动物窒息和死亡。

水中二氧化碳含量比大气多,主要是水生生物呼吸排出、微生物分解作用和水底碳酸盐系统产生的。水生植物的光合作用使二氧化碳含量减少,因此它也有明显的时空变化;白天少,夜间多,表层少,底层多,和溶解氧的变化正好相反。

水中二氧化碳存在三种形式,即游离二氧化碳(CO_2)、碳酸氢盐(HCO_3^-)和碳酸盐(CO_3^{2-})。游离二氧化碳和碳酸氢盐溶解水中,碳酸盐则沉淀水底。三种形式二氧化碳可互相转化,在酸性条件下碳酸氢盐可转化产生二氧化碳,在碱性条件下碳酸氢盐形成碳酸盐沉淀,因此,碳酸氢盐起着缓冲调节水的 pH 值的作用。水生植物光合作用旺盛时大量吸收二氧化碳,使水的 pH 值偏碱性;反之,偏酸性。因此,水体 pH 值也有时空变化。

第二节 土壤

一、土壤的形成与特性

土壤不仅是生物生存的基地,而且为生物提供各种必需

的营养元素和水分,因此是生物重要的生存环境。

土壤是由岩石发展而来的,是生物和气候因素长期作用的结果。如降水量和温度等气候条件影响土壤含水量和生物的代谢作用,从而影响土壤的性质。在干热地区,生长耐干旱的灌木、草丛,形成荒漠土壤;在温带湿润地区,植被生长较好,形成黑钙土或草原土壤;而在雨量充沛的热带地区,热带雨林发育较好,形成酸性的黄壤土或红壤土。

土壤一般可分为三层:表层为腐殖质层,动植物死体、排泄物在这一层中腐败分解,形成腐殖质,颜色较黑;中层为沉积层,质地比较致密,腐殖层淋溶下来的物质在这一层中堆积;下层为母质层,即岩石层,是形成土壤的母岩。各层土壤厚度随地区而异,一般草原土壤腐殖层较厚,肥力较大,是世界粮食的主要产地。

二、土壤与生物的关系

土壤结构、营养物质和酸碱度影响植物的生长。喜酸植物或厌钙植物专生活在酸性土壤中,而喜碱或钙生植物专在碱性土壤中生长,土壤 pH 值影响植物对营养物质的吸收。沿海盐碱地以及降水量不足的内陆干旱和高原地区,钠离子无法淋溶出去,造成钠盐积累。在这些地区,除盐生植物以外,一般植物不能生长。

土壤中还生活有原生动物、轮虫、线虫、昆虫、蚯蚓、爬行类和啮齿类等各种动物。土壤动物的种类分布、数量丰度与土壤性质有密切关系。

土壤性质影响生物的生长,生物的生长反过来影响土壤的性质,二者之间的关系是十分密切的。

三、我国土地概况

我国国土辽阔,陆地总面积 960 万公里²,地跨寒温带、温带和热带,气候比较温暖。我国东南部气候比较湿润,湿润、半湿润区土地占 52.6%,生物生产力较高;西北部比较干旱,干旱、半干旱地区占 47.4%,生产力较低。土地类型多样,山地占 66%。我国可利用土地比较少,沙漠、戈壁、冰川、石山等占三分之一以上,只有 65%的土地可以利用。其中耕地占 14%,林地占 17%,天然草地占 29%,淡水水面占 2%,建设用地占 3%。我国耕地面积只占世界耕地面积的 9%,却要养活占世界 23%的人口。

第三节 水域

一、水域基本特征

地球上的水域面积占地球表面积的 71%,是水生生物的生存环境。

天然水中含有各种离子、微量元素、生物营养元素、有机物和气体等化学物质。水中的主要离子由 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^{+} 、 Na^{+} 、 HCO_3^{-} 、 CO_3^{2-} 、 Cl^{-} 和 SO_4^{2-} 组成。这八种离子的含量和比例决定水的盐度、硬度和水化学类型。根据水中盐分的含量,有淡水和咸水之分。含盐量小于 0.5‰ 的水属于淡水;0.5‰ ~ 16‰ 为半咸水;18‰ ~ 30‰ 为近海水;32‰ ~ 38‰ 为大洋水;大于 40‰ 为超盐水。不同盐度的水体有不同的渗透压,淡水渗透压低,海水渗透压高。

地球上的水分大部分分布在海洋,仅有 2.8% 分布在陆地,陆地上的水大部分又以冰盖、冰川和地下水形式存在,仅有约占总水量 0.03% 的水分布在河流、湖泊、水库、池塘等内陆水域。根据水中阳离子的总量将水分为软水和硬水。以毫克当量为单位,小于 1.0 为极软水,1.0 ~ 3.0 为软水,3.0 ~ 6.0 为中等硬水,6.0 ~ 9.0 为硬水,大于 9.0 为极硬水。水的硬度与地质条件和降水量有关。

水对太阳辐射有吸收作用,因此,天然水中光强随水深的增加而减弱。典型情况下头 1 米水深,光强减少 50%,混浊或颜色深的水体光线减少的更多。波长较长的红外线在 1 米处几乎全部被吸收,波长短的青蓝紫光能透到较深的水层,紫外光可达 500 米以上。

水体温度也有垂直变化。典型的温带深水湖泊,冬季表面结冰,水温较低,底层水温维持在 4℃;夏季期间,表层温度较高,5 米左右出现变温层,底层水温也维持在 4℃,从而影响湖水上下环流;春、秋季期间由于气温的变化加上风浪的影响,湖水上下层温度比较均匀,导致上下层湖水的完全环流,促进物质循环,提高生物生产力。

二、水与生物的关系

生命起源于水,水分是生物体重要的组成部分。水中生活鱼类等各种水生生物。水中的微生物能把有机物分解为无机物,藻类和水生植物吸收水中的营养盐类和二氧化碳合成新的有机体,放出氧气,从而净化水质。

生活在淡水中的鱼类,通过发达的肾脏排除水分,并吸收所需的盐分,而生活在海水中的鱼类尿液稀少,通过鳃排除多余的盐分,从而维持各自体内的水盐平衡。这是长期适应的结果。除了具有特殊调节功能的回游性动物以外,一般咸淡

水生物是不能互换生活环境的,否则很快死亡。

水域不仅是鱼类等水生生物的栖息场所,而且也是构成人类生存环境的重要组成部分。它不仅为人类提供饮用水源和丰富的水产品,而且在农业灌溉、工业生产、航运交通、拦洪发电、游乐健身、调节气候等许多方面都有巨大的作用。因此,水域也是国家重要的自然资源。依山傍水、风景优美,向来是人们喜欢的生活环境。宋朝词人欧阳修对安徽颖州西湖的美丽风光情有独钟,一连写过 13 首赞美西湖的词。其中有“行云却在行舟下,空水澄鲜。俯仰留连。疑是湖中别有天”;“无风水面琉璃滑,不觉船移,微动涟漪。惊起沙禽掠岸飞”的诗句,充分体现了当时西湖环境的优美,令人向往。

三、我国水域概况

1. 海洋

我国濒临太平洋,近海海域跨温带、亚热带和热带。邻接大陆的有渤海、黄海、东海和南海,面积达 470 多万公里²,海岸线长达 18000 公里。

我国近海海域生物生产力高,生物资源丰富。带鱼、大黄鱼和小黄鱼是我国重要的海产鱼类,还有多种虾、蟹、贝类和海藻资源,为我们提供丰富的天然蛋白质和营养品。

2. 内陆水域

我国大小河川总长长达 42 万公里,流域面积在 1000 平方公里以上的河流有 1500 多条,100 平方公里以上的河流有 5 万多条。大多数河流分布在东南部外流区,少部分分布在西北部内流区。我国 100 公顷以上湖泊有 2600 多个,总面积约为 71230 平方公里,其中大部分为浅水型湖泊。主要分布在江汉平原、青藏高原、蒙新、东北和云贵高原。我国约一半的湖泊属于盐湖,主要分布在西北、东北和华北地区。东南沿

海和东北部分地区地表水硬度较低,华北、西北地区地表水硬度较高。

我国淡水资源总量虽达 2.8 万亿米³,在世界各国排名第六位;但人均占有水量只有约 2630 米³,不及世界人均占有量的四分之一,排名第 88 位。我国不仅是贫水国家,而且降水量年际变化大,洪涝、干旱频繁发生。雨季较集中,北方地区降水一般集中在 7~8 月份,其余月份多为旱季,降水量很少,气候干燥。我国水量地区分布不匀,东南沿海雨水多,水量比较充足;华北、西北地区降水量少,许多地区和城市严重缺水,限制工业生产和经济的发展。

由于气候变化、泥沙淤积、围湖造田等原因,我国湖泊面积迅速缩小。1950 年以来 100 公顷以上湖泊减少 543 个,面积减少 26.3%。江汉平原湖泊总面积缩小 43.7%,其中鄱阳湖缩小了 8 万公顷,洞庭湖缩小了 17 万公顷,约占各自湖泊面积的 30%~40%。

第二章 什么是环境污染

环境污染是指各种物理、化学或生物因子进入大气、土壤和水域环境,超过环境自净能力,引起环境质量和生物学特性发生不良的变化。这种变化已经或者将会对人体健康、有益的生物资源、工农业生产、生存条件和文化遗产产生不良的影响,也可能影响到人类所需要的原料资源。

第一节 环境问题的由来

第二次世界大战以后,随着科学技术的进步和工农业生产的发展,大量废气、废水和废渣排入环境,造成大气、土壤和水域环境的污染,严重的污染事故不断发生。1943年,美国洛杉矶发生光化学烟雾,影响人体健康和死亡;1952年,英国伦敦化学烟雾4天内死亡4000人,后来又陆续死亡2000人;1955年,日本四日市烟雾事件死亡36人;1955~1972年,日本富山县神通川镉污染,死亡34人;1956~1972年,日本熊本县水俣湾汞污染,死亡43人;1968年,日本米糠油中多氯联苯污染事件,导致16人死亡。这些污染事件引起世人对环境污染问题的关注。

除急性中毒死亡以外,人体癌症发病率逐年上升。有人