

HUANJING SHENGWUXUE

环境生物学



朱泮民 主编

李冰冰 刘瑞芳 副主编

3



黄河水利出版社

高等学校专业教材

环境生物学

主 编 朱泮民

副主编 李冰冰 刘瑞芳

黄河水利出版社

内容提要

本书主要介绍人类活动对生态系统结构和功能的影响;污染物在环境中迁移转化的规律及对生物产生效应的机理和规律;环境污染的生物学监测及生物学治理;受污染环境的生物修复等内容。

本书内容较丰富、全面,强调环境科学与生命科学的有机结合及内容的系统性、完整性,注重新知识、新技术在环境保护中的应用,适宜作为高等工科院校环境类及相关专业的教材,也可供从事环境保护工作的科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

环境生物学/朱泮民主编. —郑州:黄河水利出版社,
2003.2

ISBN 7-80621-653-7

I. 环… II. 朱… III. 环境生物学—高等学校—
教材 IV. X17

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 002711 号

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号

邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话及传真:0371-6022620

E-mail:yrp@public2.zz.ha.cn

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 毫米×1 092 毫米 1/16

印张:22

字数:505 千字

印数:1—2 100

版次:2003 年 2 月第 1 版

印次:2003 年 2 月第 1 次印刷

书号:ISBN 7-80621-653-7 / X·8

定价:29.80 元

前 言

环境问题是当今世界上人类面临的重要问题。随着工农业生产的飞速发展,环境污染和生态破坏已成为制约社会经济可持续发展的主要因素。近年来,环境科学的发展十分迅速,其研究内容、研究方法以及研究的深度和广度也发生了重大变化。为适应环境科学的发展及环境保护教学的需要,我们编写了《环境生物学》一书。

环境生物学为环境科学的重要分支,是20世纪50年代兴起的一门边缘学科,重点研究生物与受人类干预的环境之间相互作用的机理和规律。根据国内外环境生物学发展现状,在编者20年教学实践中自编讲义的基础上,完成了该书的编写。本书主要介绍人类活动对生态系统结构和功能的影响;污染物在环境中迁移转化的规律及对生物产生效应的机理和规律;环境污染的生物学监测及生物学治理;受污染环境的生物修复等内容。

本书内容较丰富、全面,强调环境科学与生命科学的有机结合及内容的系统性、完整性,注重新知识、新技术在环境保护中的应用。适宜作为高等工科院校环境类及相关专业的教材,也可供从事环境保护工作的科技人员参考。

本书由平顶山工学院朱泮民任主编(第一章、第七章及第九章第一节),参加编写的还有平顶山工学院的李冰冰(第四章、第十章第三节);刘瑞芳(第六章第一、二节);吴少杰(第九章第二节至第六节);侯玉杰(第三章及附录二);赵桢(第五章);赵安芳(第八章及第六章第三、四节);方改霞(第二章第一、三节及附录一);三门峡职业技术学院的贡冬梅(第十章第一、二节及第二章第二节)。李冰冰和刘瑞芳同志在本书编排、文字校对、图表设计等方面做了大量工作。全书最后由朱泮民同志定稿。

陈兰英教授在本书编写过程中,给予了具体指导并仔细审阅了全书;河南师范大学卢龙斗教授、郑州大学于鲁冀、信阳师范学院赵万鹏副教授对本书提出了许多宝贵意见,在此深表谢意。整个编写及出版工作还得到了平顶山工学院院长领导和教务处等部门的大力支持,在此一并表示感谢。

由于编者水平及能力所限,加之时间仓促,本书难免存在许多疏漏和不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

2002年12月

于平顶山工学院

目 录

前言

第一章 绪 论	(1)
第一节 环境问题及环境科学的产生	(1)
第二节 环境生物学的研究内容	(4)
思考题	(5)
第二章 环境中污染物的来源	(6)
第一节 生物和环境的关系	(6)
第二节 污染物对人体健康的影响	(17)
第三节 环境中污染物的来源及其转归	(23)
思考题	(41)
第三章 生物体受污染的由来	(42)
第一节 表面附着	(42)
第二节 吸 收	(44)
第三节 生物富集	(62)
思考题	(73)
第四章 污染物在生物体内的移动分布和代谢	(74)
第一节 污染物在生物体内的移动	(74)
第二节 污染物在生物体内的分布	(79)
第三节 污染物在生物体内的代谢	(84)
第四节 污染物的生物转化	(90)
第五节 污染物的排泄	(101)
思考题	(107)
第五章 污染物的毒作用	(108)
第一节 剂量—效应关系和剂量—反应关系	(108)
第二节 污染物的毒作用机制	(110)
第三节 污染物对生物的危害	(115)
第四节 影响污染物毒性的因素	(126)
第五节 生物体对污染物的防御机制	(137)
第六节 生物的解毒作用及其机理	(143)
思考题	(144)
第六章 环境中常见的污染物对生物的危害	(145)
第一节 无机污染物	(145)
第二节 有机污染物	(173)

第三节 农 药·····	(182)
第四节 农药的防治措施·····	(201)
思考题 ·····	(206)
第七章 环境污染的生物监测·····	(207)
第一节 生态学方法·····	(210)
第二节 毒理学在生物监测中的应用·····	(229)
第三节 残毒的监测方法·····	(243)
第四节 生理生化方法·····	(252)
思考题 ·····	(253)
第八章 生物在环境治理中的作用·····	(254)
第一节 植物对环境的净化作用·····	(254)
第二节 微生物对环境的净化作用·····	(257)
思考题 ·····	(271)
第九章 废水的生物处理·····	(272)
第一节 概 述·····	(272)
第二节 活性污泥法·····	(274)
第三节 生物膜法·····	(284)
第四节 氧化塘法·····	(296)
第五节 废水的土地处理·····	(301)
第六节 厌氧生物处理法·····	(303)
思考题 ·····	(312)
第十章 污染场地的生物修复·····	(313)
第一节 概 述·····	(313)
第二节 水污染的生物修复·····	(323)
第三节 土壤污染的生物修复·····	(328)
思考题 ·····	(332)
附录一 防污绿化植物查对表·····	(333)
附录二 废水生物处理中常见的原动物图·····	(337)
参考文献 ·····	(342)

第一章 绪 论

第一节 环境问题及环境科学的产生

随着工农业生产的发展及人类活动的加剧,环境问题已成为世界各国的主要研究课题,也是当今世界面临的三大问题(人口问题、资源利用问题、环境问题)之一。

一、环境和环境问题

环境是一切生物赖以生存的物质基础,与人类生存和健康关系密切。生物与环境之间存在相互依存、相互制约的关系,二者之间通过新陈代谢相互沟通。恩格斯早就说过:“生命是蛋白体的存在方式,这个存在方式的基本因素在于和它周围外部自然界的不断新陈代谢,而且这种代谢一旦停止,结果便是蛋白质的分解……”。

环境是针对于某一中心事物而言的,与某一中心事物有关的周围事物,即为该中心事物的环境。在环境科学中,环境一般是指围绕人群的空间,能直接或间接影响人类生存和发展的各种因素的综合体,环境包括自然环境和社会环境。自然环境是指一切自然形成的物质和能量的总体(大气、水、土壤、太阳辐射、矿藏、森林、草原、野生动物、植物等)。社会环境是指人类在自然环境的基础上,通过长期有组织的社会劳动所创造的人工环境(村落环境、城市环境等)。人类在改造环境的同时,对环境会造成不同程度的破坏,使环境质量发生变化;变化了的环境反作用于人类,势必影响机体的正常生命活动,并由此进一步产生各种各样的环境问题。

环境问题自古有之。我国黄河流域曾经是人类文明的发祥地,一段时间里,由于大规模毁林开荒,加上连年战争,又不注意培育林木,造成严重的水土流失。随工农业生产发展,“三废”的大量排放及农药、化肥的使用,环境质量不断恶化,污染公害事件时有发生,并造成全球气候异常,自然灾害频繁,产生各种各样的环境问题。例如从 20 世纪 30 年代比利时马斯河谷事件开始,各种污染公害就频繁发生。

1948 年 10 月下旬,美国多诺拉镇发生的大气污染(主要是 SO_2),就是由于在莫诺戈亥拉河谷三英里长的河岸上布满了工厂(大型冶炼厂、电线厂、钢厂、硫酸厂等),加之河谷两旁有山把烟云封住,使污染物扩散不出去造成的。在此事件中,约有 6 000 人(占该地区人口的 42%)眼、鼻、喉等受刺激,并有胸痛、压迫感、咳嗽、呼吸困难、剧烈头痛和恶心、呕吐等症状,20 人死亡。

1943 年美国洛杉矶发生光化学烟雾事件,由于二次污染物 PAN(过氧乙酰硝酸酯)、 O_3 及刺激性醛、酮的生成,使哮喘病和支气管炎大流行,造成 65 岁以上人群死亡率升高,平均每天死亡 70~317 人,特别是有心脏病和肺病的人受害更严重。

1952 年 12 月 4 日,英国伦敦发生烟雾事件,有 4 000 人死亡。主要是由于大气污染(SO_2 、烟尘等),以及伦敦的地形与气候特点等综合因素造成的。

1956年,日本熊本县水俣湾沿岸地区因石油化工厂排出的含汞废水造成水俣病。患者口齿不清,步态不稳,面部痴呆,进而耳聋眼瞎,全身麻木,最后精神失常,一会儿酣睡,一会儿异常兴奋,直至身体弯弓,高叫而死。

由于环境问题引起的诸如此类问题,不胜枚举……

近年来,环境污染已成为重大公害问题,引起人们的普遍关注。随着社会的进步、科学技术的发展以及医疗条件的改善,传染性疾病引起的人类死亡率急剧下降,而与环境污染有关的呼吸系统疾病及癌症引起的死亡率和发病率却明显上升。

图 1-1 是部分传染病和污染原因引起的疾病的变化情况:

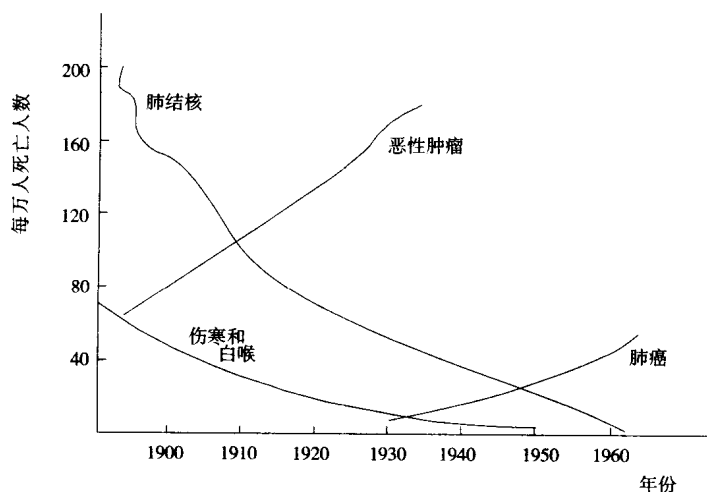


图 1-1 各种疾病死亡率变化情况

发达国家死亡人数中约有 1/5 死于癌症,在不发达国家癌症的死亡率也很大,全世界每年死亡五千万人口中死于癌症的约占 1/10。据调查,我国上海市某区过去和现在死亡人口的主要死亡原因所占百分数有着明显差别,见表 1-1。

1984年,英国科学家首先发现南极上空存在“臭氧空洞”。其出现的直接原因是大气污染的结果,与此产生原因及危害范围相似的还有“温室效应”和“酸雨污染”,它们共同构成了三大全球性环境问题。这意味着人类生存所面临的环境问题比人们原有认识的范围更广,性质更严重,治理和控制难度更大。以此为标志,环境问题发展到了一个新阶段。

总之,环境问题是指环境的结构、功能和状态在人类活动影响下所产生的不利于人类生存和发展的变化,它分为环境污染和生态破坏两大类。环境污染是指污染物(包括物理、化学和生物污染物)进入环境后引起环境质量下降,环境系统结构和功能发生变化,影响人类及其他生物的正常生存和发展的现象,包括大气污染、水体污染、土壤污染等。生态破坏主要是指生物资源和非生物资源的破坏而衍生的生态效应,如森林消失、物种灭绝、草原退化、水土流失、自然灾害频繁等。上述两种环境问题往往交织在一起,相互影响,相互作用,使环境问题进一步加剧。环境问题的实质就是人类对自然资源不合理开发利用的结果。

表 1-1

上海市某区 1953 年和 1973 年死亡人口的死亡原因分析

排列名次	1953 年		1973 年	
	死亡原因	占死亡人口的百分数(%)	死亡原因	占死亡人口的百分数(%)
1	肺结核	14.8	恶性肿瘤	28.4
2	麻疹	14.0	脑溢血	19.4
3	脑溢血	13.1	心脏病	16.8
4	心脏病	9.9	呼吸系统病	12.0
5	恶性肿瘤	9.4	消化系统	6.4
6	肺炎	8.8	外伤	5.1
7	老衰	8.5	肺结核	3.94
8	脑结膜炎	7.6	神经系统病	3.88
9	肾脏病	7.4	肾脏病	2.48
10	呼吸系统病	6.5	风湿病	1.6

二、环境科学的产生和发展

人类在对环境问题关注和研究的同时,不断发展并完善环境科学。20 世纪 60 年代末,西方 10 国 30 多位自然科学家、经济学家和工业家,在意大利开会讨论人类当前和未来面临的环境问题,成立了罗马俱乐部。先后出版了如 D·H·米多斯等撰写的《增长的极限》,E·戈德史密斯的《生存的战略》等著作;1972 年,英国经济学家 B·沃德和美国微生物学家 R·杜博斯受联合国人类环境会议秘书长委托,出版了《只有一个地球》一书;其他一些环境科普读物如《寂静的春天》、《上帝救救我们吧》等也应运而生。这一时期的有关环境问题的著作,多数围绕污染或公害问题。20 世纪 70 年代后半期,人们逐渐认识到环境问题不单是环境污染,还包括自然保护及生态平衡,以及维持人类生存发展的资源问题。

环境科学在环境污染治理技术方面的发展大致可分三个阶段。即①20 世纪 60 年代以前的以治为主阶段。这一阶段在分门别类的单项污染治理技术方面取得一定成果,使环境条件略有改善。②60 年代末期进入防治结合,即以防为主的阶段。在这一阶段,除单项治理技术继续取得进展外,突出的成绩是逐渐拟定并实行了环境问题的综合防治对策,如进行工艺改革,研制无害化工艺,发展闭路循环,建立环境影响预断评价制度等。③70 年代中期,强调加强环境管理,全面规划,合理布局及资源合理利用,注重先进技术在环境保护中的应用,进一步研究环境问题的综合防治对策等。

环境科学是一门综合性很强的学科,已经逐步形成了自然科学与社会科学相互交叉渗透的学科体系。属于自然科学方面的有环境地学、环境生物学、环境化学、环境物理学、环境医学、环境工程学等,属于社会科学的有环境管理学、环境经济学、环境法学等许多分支。

第二节 环境生物学的研究内容

一、环境生物学的定义

环境生物学(Environmental Biology)是环境科学的重要分支学科,研究生物与受人类干预的环境之间相互作用的机理和规律,其研究向宏观和微观两个方向发展。宏观上,研究污染物及人类活动在生态系统水平上产生的群体效应;微观上,深入研究污染物对生物个体生理、生化、形态以及细胞分子遗传产生效应的机理,同时研究生物对环境污染的净化和调节机理,探讨生物净化、生态保护的可行性途径,以及环境污染的生物学评价和监测等。

由于环境生物学的起步较晚,对它的定义、研究内容等问题还存在争议,理解也不一致。有人认为环境生物学是一个生态学范畴的学科,但不是传统的生态学,而是现代的环境污染生态学,它是研究在污染条件下,生物与环境之间相互关系的规律;有人认为环境生物学包括污染生态学。因此,环境生物学的学科界定及完整性、系统性等,还需要通过实践不断发展完善。

二、环境生物学的产生和发展

从19世纪中叶起,环境污染及人类活动所产生的生物学效应逐渐引起人们的普遍重视,如城市地衣苔藓植物的退化消失,严重水污染对水生生物的影响等。有的学者开始对水污染环境中生物的种类和数量变化进行研究,并逐渐开展水污染的生物监测、城市污水及工业废水的生物处理等研究。1908年和1909年Kolkwitz和Marsson根据污染后水体中生物种类和数量等生物学指标,综合物理和化学指标的变化,提出了“污水生物系统”的概念,奠定了水体污染生物学评价的基础;1893年英国首先采用滴滤池(生物膜法的最早应用)处理污水;1913年污水生物处理的常用方法——活性污泥法,也在英国出现。

从20世纪60年代开始,随着环境问题的日益恶化,环境生物学的研究进入迅速发展时期。1962年,美国生物学家R·卡逊撰写的科普作品《寂静的春天》,详细描述了滥用农药造成的生态破坏,引起西方国家的强烈反响。这一时期由于研究内容的不断扩展和深入,环境生物学逐渐从生物学中分化出来,发展成一门独立的学科,科学家们逐渐开展了对毒理学及自然保护的研究。70年代以来,我国学者在水体、大气污染的生物监测、生物净化、环境毒理、土地处理系统及自然保护等方面开展了大量科学研究工作,在一些高等院校也开设了环境生物学或相关专业。

三、环境生物学的研究对象与内容

环境生物学通常采用野外现场调查、室内试验及生态模拟相结合的方法,对生物与受人类干预的环境之间的关系进行研究。其研究内容主要包括以下几方面:

(1)研究环境污染物在环境中的迁移转化规律,为防止污染物进入人体、保证人体健康和生命安全提供依据。

(2)研究污染物在生物体内的移动分布和代谢规律。

(3)研究污染物的毒作用机理及产生的生物学或生态学效应,为制定环境标准提供依据。

(4)运用生物学原理和方法研究环境质量的生物学评价和监测方法,即通过对特定环境生态的总体分析,找出反映不同环境质量状况的生物学和生态学特征指标。

(5)研究生物在环境污染治理中的应用,通过生物对污染物分解转化机理和处理方法的研究,促进环境生物工程的不断发展。

(6)研究自然保护生物学和恢复生态学原理和方法。

思考题

1. 什么是环境和环境问题?
2. 环境问题包括哪两类? 并简述之。
3. 简述环境生物学的研究内容。
4. 环境科学在污染治理技术方面的发展分几个阶段?

第二章 环境中污染物的来源

环境是作用于某一中心客体的所有外界影响与力量的总和。通常我们所说的环境是以人为中心客体的。人的生活环境就是指与人类生命活动有关的生物因素(动物、植物、微生物)和非生物因素(大气、土壤、水、日光等)。人的生活离不开环境,反过来人的生产及生活活动会对环境产生一定影响。按人类对环境影响程度来分,环境又分为原生生境和次生生境。原生生境受人类影响较小,那里的物质交换、迁移和转化,能量、信息的传递及物种的演化基本按自然界的规律进行,如某些原始森林、人迹罕至的荒漠、冻原地带等。随着人类活动能力的增强及活动范围的增加,原生生境日趋缩小,实质上原生生境已不复存在,在人迹罕至的南极企鹅体内脂肪中,也检出了DDT农药含量,因为在人类排出的气体或农药在使用过程中,随着大气的搬运作用,一些污染物可被带到世界上任何一个角落。次生生境是指在人类活动的影响下,其中的物质交换、迁移和转化,能量、信息的传递等都发生了重大变化的环境,如城市环境、农田环境等。它们虽然在景观和功能上发生了变化,但它们的发展和演变的规律仍受自然规律的制约,因此仍属于自然循环的范畴。人类活动引起环境的质量变化,变化了的环境反过来又作用于人类,形成互相联系、互相依赖、互相制约的关系。

第一节 生物和环境的关系

环境和生物之间存在着极其复杂的关系。我国人民很早就知道“水土”与生物生长的关系,并有“水土不服”、“水土病”的说法;在春秋时期就有:“桔生淮南则为桔,生于淮北则为枳……水土异也”的说法,这其中就包含有深刻的生态学道理。

一、生物和环境的关系

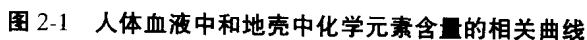
生物是地壳发展到一定阶段的产物。生物的生长方式由两个要素所决定:其一是由存在于生物自身体内的内部因素——基因所决定的,即遗传因素;另一个是从生物体外部对生物施加影响的客观存在的外部因素即环境因素决定的。环境因素对每一种生物起着不同的作用,因而生物的生长和活动等也各有差异。然而遗传因素却具有把生物体的生长和活动控制在一定范围内,即作为控制生物体具有共同的形态特征的作用。如肥沃土地上的桦树和贫瘠土地上桦树的大小、枝条形状和叶子数量等均有不同,但总是具有特定的桦树形状,因此马上就能把它与其他物种区别开来。一般认为遗传因素使生物不发生变化,具有使物种稳定的性质;而环境因素因其自身的差异,即由于基因的改变而出现叫做突变的变种现象。由突变产生的变种,有的因不能适应生长环境而被淘汰,偶尔也有的变种对某一生长环境有特殊的适应能力,生长正常并能留下后代,这样就产生了新的物种。

环境绝不可能是一成不变的。它随时间的推移也经常发生变化,不能适应环境变化的生物,则转移到他处另寻生息。不但动物是这样,植物也是如此,生物不论在什么地方

历史上曾一度占生存优势的恐龙等由于不适应环境的变化而逐渐消失了,现在我国鸟类中的朱鹮、动物中的大熊猫、植物中的古老树种银杏正处于绝种的边缘。迄今为止,这种现象在生物进化过程中反复发生。虽然人类目前仍不能完全了解生物灭绝的原因,但可以肯定的是不少生物在进入 19 世纪后的短时期迅速走上灭绝,大部分与人类活动有关,其中滥猎乱伐及对环境的破坏与污染是主要原因之一。据统计,目前已有 25 000 多种植物、1 100 多种脊椎动物濒于灭绝。

二、人类和环境的关系

物质的基本单元是化学元素。人体内各种化学元素的平均含量与地壳中各种化学元素的平均含量有一定的正相关。如人体血液中 60 多种化学元素的含量与地壳岩石中这些元素含量的分布规律是一致的(图 2-1)。从这些现象可以看出化学元素是把人和环境联系起来的基本因素,这种人体化学元素组成与环境化学元素组成高度统一的现象,充分说明了人体与环境的统一。



环境中的四大要素(空气、水、食物、土壤)是人类和各种生物不可缺少的物质。环境如果遭到污染首先影响到这些要素,直接或间接地会对人体健康造成危害。当污染物质进入环境的量超过人体可以忍受的限度时,就会引起中毒,导致疾病或者死亡。

从图 2-1 可以看出,人体血液和地壳中元素含量曲线的峰、谷变化基本一致(相似),但各元素之间的丰度有很大差异,一般随原子序数的增加,元素的丰度趋于减少。此外,人体中大部分元素为原子序数小于 28 号的轻元素。据测定,地壳中氧、硅、铁、钙、钠、钾、镁等的含量占 98.1%,而氧、碳、氢、氮、钙、磷、钾、钠、氯、镁和硅等构成人体总重量的 99.95%,它们是构成生物体的宏量元素。微量元素是指在人体内含量小于 0.01% 的化学元素,它们在人体内的含量一般为几个 ppb^① 到 100ppm^②,人体必需的微量元素有铁、锌、铜、铬、锰、钴、氟、碘、钼、硒、钒、镍等。人体中各元素成分见表 2-1。

表 2-1 人体中的元素组成

宏量元素	含量(%)	微量元素	含量(ppm)
氧	65.0	铁	40
碳	18.0	氟	37
氢	10.0	锌	33
氮	3.0	铜	1.0
钙	2.0	钒	1.3
磷	1.0	铬	0.2
钾	0.35	锰	0.2
硫	0.25	碘	0.2
钠	0.15	硒	0.2
氯	0.15	钼	0.1
镁	0.05	镍	0.1
		钴	0.05
总计(%)	99.95		0.05

构成生物体的宏量元素中,氧、碳、氮、磷、硫等是构成生命物质(氨基酸、糖、脂肪、核酸等)分子的主体元素;钾、钠、钙、镁等则是细胞内的主要阳离子和组成酶活性中心的必需元素。微量元素在体内的含量虽少,但其作用很大,具有一定的生理功能(表 2-2)。主要表现在以下几个方面:

第一,将生命元素运送到机体的全身。例如,铁是血红蛋白的主要成分,通过血红蛋白的作用将氧运到机体的每个细胞中去。第二,对酶系统的激活作用。酶是一种结构复杂的大型蛋白质(是一种特殊蛋白质)分子,它是加速机体内生物化学反应的催化剂。人体中的酶分子种类不下几千种,但绝大多数酶分子都需要一种或几种金属原子来激活后,才能表现出催化活性。金属原子是酶分子活动的控制者,酶分子一旦失去金属原子的作用就立即丧失活性;反之,失去活性的酶在获得金属原子后马上会恢复活性。第三,参与激素的作用。激素是人体内分泌腺(如甲状腺、胰腺、卵巢、肾上腺等)分泌并进入血液中的微量化学物质,具有调节生理功能的作用,而微量元素能促进激素的调节作用。第四,对核酸代谢作用有一定影响。人类的科学研究初步证实,铬、铁、锰、铜、锌、镍等元素能对

① ppb = 10^{-9} 。

② ppm = 10^{-6} = 百万分之一。下文出现均表示此意,不再一一标注。

表 2-2

机体必需微量元素的生理功能

元素	生理功能
铁	血红蛋白的氧载体,多种氧化—还原体系所必需,多种酶的活性中心(如细胞色素酶的活性中心,参与呼吸链电子传递)
铜	氧化—还原体系中的催化剂,影响酶的活性
锰	多种酶的催化剂,与钙、磷代谢有关
铬	人体必需的元素,与糖类及脂肪代谢有关
钴	维生素 B ₁₂ 的必要成分
钼	转化为尿酸的催化酶部分,产生能量所必需
碘	甲状腺激素的原料
氟	使骨骼坚硬,预防龋齿的必要元素
硒	谷胱甘、过氧化物酶的组分,抗不生育,防止营养不良;多种金属的解毒剂
钒	菌类、藻类等必需元素,大鼠生长的必需元素
镍	酶激活剂
砷	与硒的营养生物化学作用关联

核酸代谢产生影响。

愈来愈多的研究证明,微量元素与人体的关系十分密切,作用机理非常复杂。微量元素根据人体对它们的需要与否分为微量必需元素和微量非必需元素(微量非必需元素又可分为微量惰性元素,如 Al 等;微量有毒元素,如镉等),微量必需元素与微量非必需元素往往不易区分。一般来说微量非必需元素对人体容易产生危害作用,但微量必需元素有时也可造成危害。和其他元素一样,微量必需元素受体内平衡机制调节作用的控制。如碘摄入量过低会发生该元素的缺乏,引起人的甲状腺肿大;硒缺乏会引起克山病(因该病在我国黑龙江省克山县首先发现,故命名之),使机体血液循环障碍,心律失常,急性心肌衰竭,重症者可于发病几小时或 1~2 日内死亡;轻症者病情稍缓,表现为心悸、心界扩大、心音弱、肝肿大等心力衰竭征状。但微量元素摄入过多,就会在生物体内积聚,使生物体出现急、慢性中毒,甚至成为潜在的致癌物质。如氟摄入过多,会造成氟骨症,使骨节肿大,严重时使人卧床不起,甚至死亡;砷摄入过多会使人出现急、慢性中毒。因此,人体对任何物质(包括宏量元素和微量元素)的需要量有一个适当的范围,超过这个范围,就会使人体健康受到危害,如图 2-2。

环境—人体之间的平衡失调,取决于许多条件。首先取决于环境因素(物理的、化学的、生物的)特性、变化的强度与作用时间;其次,也取决于人体的机能状态(如性别、年龄、健康状况、生理条件)和接触方式。在一般情况下,并不是只要有环境条件的异常改变,就会对所有人群带来有害影响,而是受影响人群的比例呈金字塔形分布,见图 2-3。

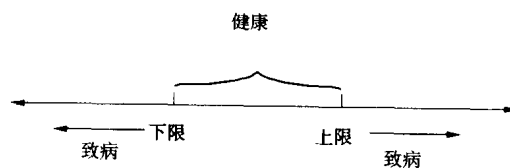


图 2-2 人体元素在体内含量示意图

人体对环境条件有一定的适应性,即有一定的代偿能力,但这种适应能力是有一定限度的。在疾病发展过程中,有些变化是属于代偿性的,有些变化则属于损伤性的,两者同时存在。当环境因素变化对机体影响强度属于损伤性时,常可引起生理反应的异常改变,这时机体呈代偿状态;若机体代偿过程较强,机体可保证相对的稳定,可暂时不出现疾病的临床症状;这时若停止有害因素作用,机体便向着健康方向恢复。但有害因素持续下去或剂量不断增加或机体代偿能力较弱,超过了机体的适应范围,代偿功能逐渐发生障碍,机体即可出现由该环境因素引起的特有疾病,或使一般疾病的发病率增加(如 SO_2 等刺激性气体可使人类一般性疾病如气管炎、支气管炎、肺气肿等的发病率升高),严重时可造成死亡,见图 2-4。

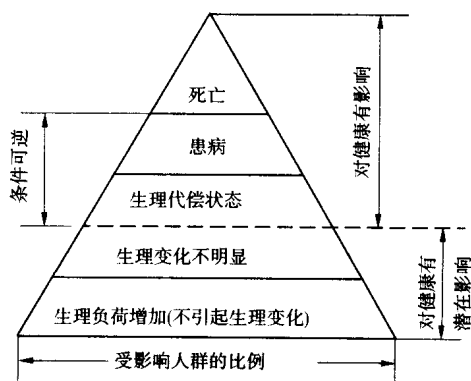


图 2-3 人体接触环境污染物引起的生物学反应

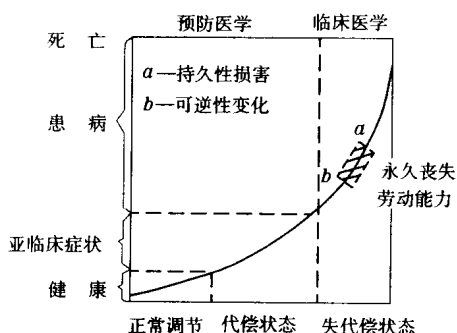


图 2-4 人体对环境污染物的反应过程

环境因素对机体的影响还存在剂量—反应关系,可因人群敏感性及环境因素的不同而反应也不同。如图 2-5,有人研究了苯并(α)芘对试验肿瘤在剂量—反应之间的关系,证明剂量与肿瘤发生的时间成反比。

反应指的是暴露引起某一生物群体中呈现某种观测效应强度的个体在群体中所占的比例(百分率)大小。

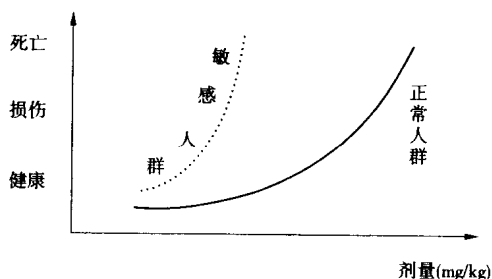


图 2-5 苯并(α)芘对试验肿瘤在剂量—反应上的关系

大多数的剂量—反应关系曲线呈 S 形,见图 2-6。接近于对称的 S 形曲线的两端,曲线的斜率较小,亦即死亡率对剂量变化的反应较迟钝;相反,在曲线中段,即死亡率近 50% 的上下范围,曲线近似于一条直线,且斜率较大,剂量的微小改变,即会引起死亡率的明显变化。

人作为生物圈中最活跃的因素,其活动能力被称为“强有力的地质动因”,并不是被动地受环境因素的作用,而是对环境有相应的适应能力,并且对环境产生一定的反作用和造成一定影响,使环境质量发生变化,甚至还会破坏生态系统的平衡。自 20 世纪 80 年代以来,由于人类活动对环境的影响急剧增

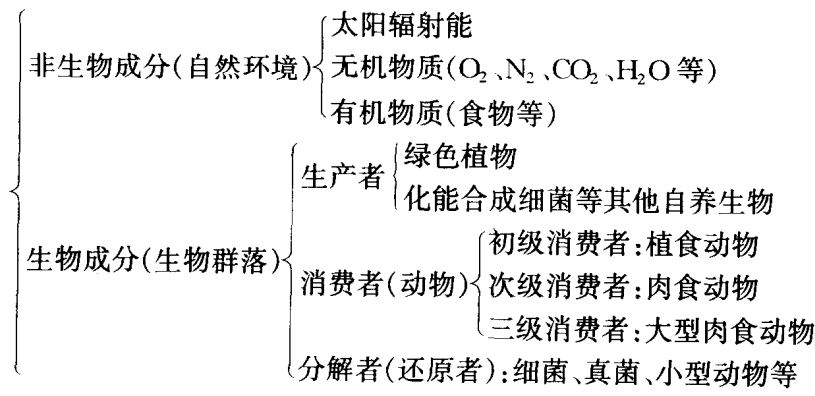
加,使得全球气候变暖,生物多样性锐减,生态系统退化等新的环境问题不断产生。人们越来越深刻认识到如要解决好各种环境问题就必须协调人与环境的关系。

三、环境污染与生态平衡

人类和各种生物都生活在地球表面层里,这个表面层叫生物圈。生物圈内有各种各样的生态系统,如:陆地生态系统、海洋生态系统、淡水生态系统等。生态系统是自然界的基本活动单元,这是生物与非生物相互之间长期联系和长期作用过程中形成的。

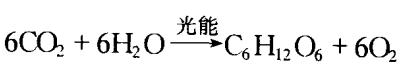
(一)生态系统的组成

生态系统是生物群落与环境的综合体,包括生物成分和非生物成分两大部分,每部分又有各自的组成,即:



从上面可以看出:生态系统由非生物部分(无生命成分)和生物部分(生命成分)组成。非生物部分中太阳能是所有生命的源泉,它供给生物所需要的能量,是一切生存的几乎惟一的能量来源。此外,非生物部分还包括大气、水及无机营养盐类。生物成分中包括生产者、消费者和还原者。生产者通过碳同化作用把 CO₂ 同化为有机物质。所谓碳同化作用是指自养生物吸收 CO₂,以太阳光为能源,把 CO₂ 转化为有机质的过程。

生产者包括绿色植物、光合细菌、单细胞藻类和化能合成细菌几部分,其中除化能合成细菌外,其余的如绿色植物、光合细菌及单细胞藻类的光合作用都以光为能源。其光合作用简单过程如下:



化能合成细菌,也是自养生物,能够在完全无机的环境中生存,它们在氧化无机物的过程中获得能量,使 CO₂ 还原成有机物质。如亚硝酸细菌、硫化细菌等均为化能合成细菌。以亚硝酸细菌为例,其化能合成作用如下:

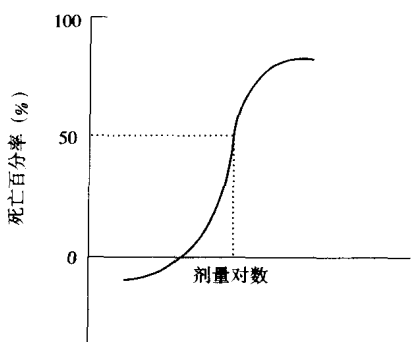


图 2-6 剂量—反应关系曲线