

HUAN JING  
WU RAN  
YU  
SHENG WU



# 环境污染与生物

李汉卿 谢文焕 傅纯彦 李德芝 编著



黑龙江科学技术出版社

# 环境污染与生物

HUANJING WURAN YU SHEIGWU

李汉卿 谢文煥 傅纯彦 李德芝 编著

黑龙江科学技术出版社

一九八五年·哈尔滨

## 内 容 简 介

本书比较详尽地介绍了大气污染与生物、水质污染与生物、土壤污染与生物、生活和畜牧废弃物污染与生物、农药污染、真菌与真菌毒素污染、环境污染与人体健康等有关问题。

本书内容丰富，并附有大量的数据、图表和彩图。可供环境保护工作者、工业、农业、医学、生物等科学技术人员和大专院校师生参考。

## 环 境 污 染 与 生 物

李汉卿 谢文焕 傅纯彦 李德芝 编 著

---

黑 龙 江 科 学 技 术 出 版 社 出 版

(哈尔滨市南岗区建设街35号)

佳木斯印刷厂印刷·黑龙江省新华书店发行

开本787×1092毫米 1/16·印张 19.5 ·插页6·字数440千

1985年1月第一版·1985年1月第一次印刷

印数：1—2,000

---

书号：13217·076

定价：4.65元

## 前 言

环境科学是一门新兴的综合性科学，涉及到自然科学和社会科学的几乎所有学科。环境的污染，必然危害生物的正常活动和生存，对人类的生活和生产，也必然造成一定的影响和危害。因此，研究环境污染与生物的关系，是非常必要的。

环境污染问题，不是现在才出现，早在产业革命以前就存在着。只是当时污染物质数量还没有超过被污染物的自净能力，未造成明显的危害，所以才未引起人们的重视。

本世纪五十年代后期，随着工业高速发展，排出大量毒物，污染了水域、大气、土壤和食物。毒物通过生物的富集、转移，形成了一条食物链，最终导致“公害病”的出现。

环境污染的出现，迫使一些科学家从各个不同领域着手研究环境问题。生物学工作者与许多化学、水处理工作者都先后发现利用微生物、浮游生物、植物等生物处理毒物的方法，进行环境保护。这些方法效果好、投资少、方便易行。有些生物不仅能降解毒物，而且还能监测毒物，对污染物质能及时发出预测预报。

本世纪五十年代至六十年代，环境科学在一些工业发达的国家里蓬勃发展。七十年代初期，我国开始注意这项工作。党和政府十分重视环境保护工作，公布了“环境保护法”，使环境保护工作进展很快，取得了很多科研成果。

在编写本书过程中，考虑到环境污染与生物是一个复杂的课题，因而参考了较多国内外有关文献。特别是承蒙中国科学院动物研究所副所长马世俊教授、龚坤元研究员，中国科学院微生物研究所杨惠芳付研究员，北京师范大学刘培桐教授，北京大学陈静生教授，沈阳农学院张际中教授等为我们提供了许多宝贵资料。

李杨曾参加本书的编译工作。初稿完成后，又蒙中国科学院动物研究所毒理室主任龚坤元研究员，中国医学科学院流行病学微生物研究所郭可大教授，中国医学科学院卫生研究所孟昭赫研究员，北京肿瘤研究所孙鹤龄研究员，东北林学院林学系主任王业遵教授，黑龙江大学化学系主任李富祥副教授审阅。特此，一并致谢。

由于水平所限，书中错误和不当之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 著 者

一九八二年三月于哈尔滨

# 目 录

## 第一章 绪 论

## 第二章 大气污染与生物

|                   |    |
|-------------------|----|
| 一、污染物质的种类         | 6  |
| 二、大气污染对生物的影响      | 8  |
| (一)污染物质的侵入途径      | 8  |
| (二)大气污染的伤害类型      | 9  |
| (三)植物被害症状         | 9  |
| (四)伤害发生的原因        | 9  |
| (五)植物接触试验方法       | 11 |
| (六)各种污染物质对生物的影响   | 15 |
| (七)大气污染物造成的其它危害   | 32 |
| (八)大气污染对人体健康的危害   | 34 |
| 三、大气污染物质的检定       | 37 |
| (一)大气中污染物质的采集与测定  | 37 |
| (二)植物试验材料的采集与化学分析 | 39 |
| (三)指示生物の利用        | 42 |
| 四、大气污染的防治         | 43 |
| (一)栽种抗性农作物和树木     | 43 |
| (二)控制污染源          | 44 |
| (三)森林的净化作用        | 44 |
| (四)抗污染树种的选择和植树造林  | 45 |
| (五)大气污染的监测        | 46 |
| (六)减轻植物被害的方法      | 47 |

## 第三章 水质污染与生物

|                |    |
|----------------|----|
| 一、污染物质的种类      | 50 |
| 二、水质污染与土壤污染的关系 | 51 |
| 三、工业废水的种类      | 52 |
| (一)有机物工业废水     | 52 |
| (二)无机物工业废水     | 59 |
| (三)金属矿山废水      | 62 |
| (四)煤矿废水        | 62 |
| 四、城市生活废水       | 62 |
| 五、水污染对生物的危害    | 63 |
| (一)水污染对渔业的危害   | 63 |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| (二) 污染物质对水生生物的危害      | 64  |
| (三) 污染物质对水生生物的危害机制    | 73  |
| 六、主要污染物质对作物的危害        | 76  |
| (一) 过剩的氮对作物的危害        | 77  |
| (二) 有机物引起的土壤还原障碍      | 80  |
| (三) 浮游物质(悬浮物质)对作物的危害  | 81  |
| (四) 溶解氧(DO)对作物的影响     | 81  |
| (五) 油类及洗涤剂对作物的危害      | 81  |
| (六) 重金属对农作物的影响和危害     | 82  |
| 七、水污染的防治及治理           | 83  |
| (一) 水污染的防治方法及测定方法     | 83  |
| (二) 废水的治理方法           | 87  |
| (三) 重金属废水的处理          | 91  |
| (四) 含氰和含砷废水的处理        | 94  |
| (五) 含油和含酚废水的处理        | 95  |
| (六) 印染废水的处理           | 96  |
| (七) 纸浆废水的处理           | 97  |
| (八) 生活污水的处理           | 98  |
| (九) 制定水质标准            | 98  |
| (十) 污水灌溉              | 100 |
| (十一) 利用森林净化污水         | 103 |
| 八、藻类在水域中的作用           | 104 |
| (一) 藻类在水生食物链及生态平衡中的作用 | 104 |
| (二) 藻类对水生生物的危害作用      | 106 |
| (三) 藻类对污水的净化作用        | 107 |
| (四) 藻类对水质标准的指示作用      | 108 |
| 九、防治水污染的措施            | 117 |
| (一) 建立和健全组织机构         | 117 |
| (二) 发展监测技术和建立监测机构     | 117 |
| (三) 进行生物监测及治理         | 117 |
| (四) 保护大自然             | 124 |
| (五) 节约用水              | 124 |
| 十、废水的综合利用             | 124 |

#### 第四章 土壤污染与生物

|                  |     |
|------------------|-----|
| 一、土壤中主要污染物质的来源   | 127 |
| (一) 重金属污染物质的主要来源 | 127 |
| (二) 盐基类污染物质的主要来源 | 127 |
| (三) 含氮污染物质的主要来源  | 127 |



|                           |     |
|---------------------------|-----|
| (四)油类物质的主要来源              | 128 |
| 二、土壤中有害元素的天然含量            | 129 |
| (一)森林土壤中镉、砷的天然含量          | 129 |
| (二)水田土壤中镉、砷的天然含量          | 132 |
| 三、农作物体内重金属天然含量            | 133 |
| 四、土壤污染的类型与净化              | 135 |
| (一)土壤污染的类型                | 135 |
| (二)土壤污染的净化                | 136 |
| 五、重金属对土壤的污染及其危害           | 136 |
| (一)重金属污染的基本特点             | 136 |
| (二)镉对土壤的污染与危害             | 139 |
| (三)汞对土壤的污染与危害             | 147 |
| (四)砷对土壤的污染与危害             | 154 |
| (五)铅对土壤的污染与危害             | 164 |
| (六)铬对土壤的污染与危害             | 167 |
| (七)铜对土壤的污染与危害             | 171 |
| (八)锌对土壤的污染与危害             | 173 |
| 六、重金属在土壤中的迁移、转化和危害规律      | 174 |
| (一)重金属在土壤中的迁移、转化规律        | 174 |
| (二)重金属在土壤中的污染危害规律         | 176 |
| (三)土壤中氧化还原电位(Eh)与重金属元素的关系 | 177 |
| 七、重金属对植物、土壤生态系统的影响        | 178 |
| (一)植物与土壤系统对重金属积累、运转、循环的影响 | 178 |
| (二)重金属对主要生态成分的影响          | 181 |
| (三)重金属对生态系统功能的影响          | 182 |
| 八、土壤污染的防治                 | 183 |
| (一)控制和消除土壤污染源             | 183 |
| (二)防治土壤污染的措施及方法           | 183 |
| <b>第五章 生活和畜牧废弃物污染与生物</b>  |     |
| 一、生活废弃物                   | 187 |
| (一)城市垃圾的成分和危害             | 187 |
| (二)城市垃圾的收集与处理             | 188 |
| 二、畜禽生产废弃物                 | 190 |
| (一)家畜粪便污染的危害概况            | 190 |
| (二)家畜粪便的特性                | 192 |
| (三)防止畜禽粪尿污染的措施            | 195 |
| (四)家畜粪便的处理方法              | 196 |
| (五)家畜粪便的利用                | 198 |

## 第六章 农药污染与生物

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 一、农药污染与危害       | 205 |
| 二、农药的作用机制       | 206 |
| (一)杀虫剂的作用机制     | 206 |
| (二)除草剂的作用机制     | 208 |
| (三)杀菌剂的作用机制     | 210 |
| 三、农药对环境的污染      | 211 |
| (一)农药对大气的污染     | 213 |
| (二)农药对水质的污染     | 213 |
| (三)农药对土壤的污染     | 215 |
| 四、农药污染对生物的危害    | 222 |
| (一)农药的生物浓缩      | 222 |
| (二)农药对生态平衡的影响   | 225 |
| (三)农药污染对人体健康的影响 | 227 |
| 五、农药的残留及其对生物的危害 | 231 |
| (一)农药在植物性食品中的残留 | 231 |
| (二)农药在动物性食品中的残留 | 243 |
| (三)农药的残留及危害     | 245 |
| 六、解决农药污染的措施与方法  | 247 |
| (一)农药的合理使用      | 247 |
| (二)发展高效低毒的新农药   | 249 |
| (三)推广综合防治新技术    | 251 |

## 第七章 真菌与真菌毒素污染

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 一、真菌毒素污染概况              | 255 |
| 二、黄曲霉菌与黄曲霉毒素            | 256 |
| (一)黄曲霉菌的形态特征            | 256 |
| (二)黄曲霉毒素的鉴定             | 257 |
| (三)黄曲霉毒素的理化特性、毒性、致癌性和代谢 | 259 |
| (四)食品中黄曲霉毒素的最高允许量       | 262 |
| (五)黄曲霉毒素的预防和解毒          | 262 |
| 三、赤霉菌与赤霉菌毒素             | 265 |
| (一)病原菌与赤霉病麦             | 265 |
| (二)赤霉病麦的毒性              | 267 |
| (三)赤霉病麦的毒素种类            | 267 |
| (四)赤霉病麦的去除与去毒           | 272 |
| (五)赤霉病的防治               | 274 |
| 四、产生黄变米的真菌与黄变米毒素        | 276 |
| (一)黄变米毒素引起中毒的概况         | 276 |



|                          |     |
|--------------------------|-----|
| (二)产生黄变米毒素的真菌种类·····     | 276 |
| (三)黄变米毒素的主要种类·····       | 277 |
| <b>第八章 环境污染与人体健康</b>     |     |
| 一、污染物质在人体内的运转·····       | 283 |
| (一)毒物的吸收·····            | 283 |
| (二)毒物的运输与分布·····         | 284 |
| (三)毒物的生物转化·····          | 285 |
| (四)毒物的排泄·····            | 286 |
| 二、城市空气污染与人体健康·····       | 286 |
| (一)空气中微粒对人体健康的影响·····    | 287 |
| (二)空气中有害气体对健康的影响·····    | 289 |
| (三)空气中生物污染物对人体健康的影响····· | 291 |
| 三、水中的微生物污染与人体健康·····     | 292 |
| (一)水中的病原微生物·····         | 292 |
| (二)水中微生物污染引起的主要疾病·····   | 293 |
| 四、金属污染与人体健康·····         | 294 |
| (一)汞污染与人体健康·····         | 294 |
| (二)镉污染与人体健康·····         | 295 |
| (三)砷污染与人体健康·····         | 295 |
| (四)铬污染与人体健康·····         | 295 |
| 五、非金属污染与人体健康·····        | 295 |
| (一)氰化物污染与人体健康·····       | 295 |
| (二)酚污染与人体健康·····         | 295 |
| 六、农药污染与人体健康·····         | 295 |
| 七、食品污染与人体健康·····         | 296 |
| (一)化学污染·····             | 297 |
| (二)生物污染·····             | 297 |
| 八、环境污染与癌·····            | 297 |
| (一)过量的自然化合物·····         | 297 |
| (二)生物毒素·····             | 297 |
| (三)复杂的有机物和无机化合物及混合物····· | 297 |
| 九、吸烟与人体健康·····           | 298 |
| 十、放射性污染与人体健康·····        | 299 |
| 十一、噪声污染与人体健康·····        | 300 |
| (一)噪声对听力的影响·····         | 300 |
| (二)噪声对健康的危害·····         | 302 |
| (三)噪声对工作的影响·····         | 303 |
| (四)噪声所引起的烦恼·····         | 304 |

# 第一章 绪 论

近年来,科学技术的发展大大地丰富了人类的物质和文化生活。但是,某些现代工业的发展,使人类的生活环境也同时受到了污染和破坏。特别是化学工业的发展,城市人口的集中,绿化区已日渐缩小,人口密集区将有氧气不足的现象发生。占地球面积十分之七的海洋,也因人类排出的废物与污水而受到污染。这将使某些生物濒于灭绝,也将给人类自身造成不良的影响。

世界上一切生物,在其生命活动过程中,都要受环境的制约。环境的优劣直接影响到生物群落的消长。例如农业生产,由于施用化学农药和化学肥料的种类和数量的不断扩大,就会日益造成水源、大气、土壤的污染,直接破坏生物的生存环境,威胁人类的生存和健康。目前,世界各国都认为,环境污染是影响人类及一切生物生存的突出问题,是全世界急待解决的共同课题。

环境污染,包括大气污染、水质污染、土壤污染,以及农药所造成的污染等。因此,保护生物的生存环境,使之不受污染与破坏,保持生态平衡,是整个环境保护工作中的重点。

大气污染主要是工厂和交通工具排出的多种有毒废气形成的,包括二氧化硫、碳氢化物、氮氧化物、一氧化碳和氟化物等。对农业、林业和畜牧业威胁最大的是二氧化硫和氟化物。由于大气污染而使农业减产,造成的经济损失是巨大的。据不完全统计,美国每年由于大气污染使作物、果树及牧场减产损失达五亿美元以上。加利福尼亚州的农业地区,因大气污染,形成了某些病原菌或害虫的有利生活环境,因此,出现了病虫害的恶性发作,仅粮食和蔬菜的损失,就达800万美元。此外,还使100多万株的松林变得一片枯黄而死去。该州每年因大气污染造成的农业损失约为一亿美元。英国1963年因大气污染,使农业减产损失3.75亿英镑。据1970年调查,日本因大气污染造成的农业损失,占全国公害损失的30.7%。

大气污染对植物的危害,可分为急性危害、慢性危害和不可见危害三种。

急性危害是指在污染物浓度很高的情况下,短时间造成的危害。造成急性危害时,不同的污染物,往往使植物呈现出特有的受害症状。

慢性危害是指低浓度的污染物,在长时间作用下造成的危害。慢性危害也能影响植物的生长和发育,有时还能出现与急性危害相似的症状,但大多数的症状是不明显的。

不可见危害,只造成植物生理上的障碍,在某种程度上抑制植物的生长,但外部形态上一般看不出什么症状。

大气污染危害植物的原因,主要是有毒气体的直接危害,如二氧化硫和氟化物等,可直接危害植物组织。有毒物质进入植物组织后,干扰了酶的作用,阻碍了各种代谢机能。同时有毒物质在植物体内还可进一步分解或参加合成过程,产生新的有害物质,进一步侵害机体的细胞和组织,并使其坏死。二氧化硫对植物危害,多发生在生理功能旺

盛的叶片上。因为这些叶片的气孔张开得最大，所以受侵害最重。老叶和幼叶受害较轻，只在二氧化硫浓度高时，才出现被害症状。植物受害后的症状是叶片出现白色“烟斑”，逐渐枯萎，并早期落叶，造成减产，甚至使植株完全枯死，颗粒无收；其次，二氧化硫与空气中的水蒸气结合，变为“硫酸烟雾”，随雨雪降至地面，导致土壤酸化，危害植物的正常生长；再次，因空气污染而混浊，影响阳光照射，阻碍植物光合作用的进行。另外，大气中二氧化碳含量高，能促使大气层对日光中红外线的吸收量增加，使整个地球变热，气候反常、雨水不均，直接影响生物的生存和农业生产。如非洲因长期干旱，使粮食减产三分之一，中美遇到了三十年来的最大干旱，粮食损失的价值约一亿美元。干旱和气温反常，可能预示全球性的气候变化。据日本报道，如果大气中的二氧化碳比现在再增加一倍，气温将会升高 $3.6^{\circ}\text{C}$ ，增加两倍则升高 $7.2^{\circ}\text{C}$ ，那时，地球上的气候将发生更大的改变。

大气污染对动物也有危害。如氟化氢能侵害动物的骨骼组织，使骨质软化。特别是对牙齿珐琅质的腐蚀作用更为明显，使牙齿松脱，不能采食，致使体质衰弱，影响生长和发育。二氧化硫可侵害动物的呼吸系统，导致支气管炎和肺气肿。其次，由于空气混浊，太阳光线透射差，也影响动物的健康生长。

大气污染对动物的危害，可分为急性中毒和潜在性中毒两种。急性中毒主要是引起呼吸道病变，危害中枢神经系统。症状是支气管炎、肺气肿以及惊厥和痉挛等。潜在性中毒使动物的组织和器官机能衰退，肌体对疾病的抵抗力减弱。

有害气体随着气流运动而四处扩散，所以大气污染又是无国界的。如欧洲有的工业发达国家，采用200米以上的高烟囱，使大量有害气体随风吹到他国。据统计，由于大气污染，每年空气中输送到瑞典的硫酸(二氧化硫加水蒸汽而形成)有100万吨，酸雨使瑞典广大森林地带的土壤显著酸化，树木成片枯死，对农林业危害极大。

水体污染的主要原因是工业废水。由于其数量大，成分复杂，有毒物质多，大部分未经处理，直接排入水系，使江河湖海遭受严重污染。日本的工业集中于沿海地带，从工厂排出的大量有毒污水，几乎污染了日本全部近海水域，使水体变黑、发臭，鱼虾产量大幅度下降。美国每年排出废水的总量为1500亿吨，其中工业废水量约占半数。这些废水排入水体后，使美国52条主要河流都遭到不同程度的污染。我国随着工业的不断发展，水系污染也很严重。目前，几乎所有的主要江河，均受到不同程度的污染。严重者已使鱼、虾等水生生物产量下降或绝迹。

在工业废水中的有害物质，以重金属离子的危害最为严重，如汞、镉、铬(六价)、铅等。另外，氰、酸、碱、砷等都是主要污染物质。此外，废水的pH值、氰类、酚类、铜、锌、可溶性铁、锰及大肠杆菌也都是重要的污染物质。日本的“水俣病”就是由于新日本氮肥公司的含甲基汞废水排入水域，经过鱼体的生物浓缩，当地居民食用毒鱼而引起的。据分析，日本“水俣病”患者头发中的含汞量高达56.8—57 ppm(正常人头发中的含汞量为1—3 ppm)，比正常人高出几十倍。日本富山县的“骨痛病”，是由于三井金属矿业公司的炼锌工厂排放含镉废水，污染了水体，当地农民常饮用这种毒水或食用这种毒水灌溉的稻米引起的。据研究，在含镉2.70 ppm的土地上种植的作物，其含镉量可高达32.89 ppm，浓缩12倍以上。

农药污染是非常值得注意的。由于科学的发展，农药的使用越来越广泛了。使用农药防治农作物病虫害是保证农业丰收必不可少的增产措施。但从环境保护的观点看，农药又是一种非常严重的污染源。

关于农药的危害问题，过去各国多注意有机磷和汞制剂等农药引起的急性中毒。近年来，渐渐地把注意力转移到有机氯农药的慢性中毒方面。因为DDT、六六六、狄氏剂、艾氏剂等有机氯农药的化学性质稳定，不易分解。如DDT在土壤中消失95%，需要十年的时间。因此，有机氯农药在土壤及作物中易积累。这些农药进入水域后，可经过水生植物和鱼类等有机体的生物浓缩，再进入人体，造成危害。例如，喷洒DDT后，空气中DDT的浓度只有0.000003 ppm，但随雨水降入水体后，被浮游生物吸收，可提高为0.04ppm，小鱼吃了浮游生物，又进一步浓缩提高到0.5ppm；大鱼吃小鱼，再提高到2 ppm，水鸟吃鱼体，更进一步浓缩为25ppm；与原始浓度相比，最终经生物浓缩到833万倍，这就是有些湖泊中鱼类、水鸟大批死亡的主要原因。人如果吃了这种受污染的鱼，DDT也会在人体内进一步积累，并造成危害。

美国女生物学家雷切尔·卡逊(Rachel Carson)在所著《寂静的春天》一书中，用大量事实阐述了使用农药破坏生态平衡的事例，引起了世界各国科学家的重视。该书提出了在美国使用农药，危害农业环境，破坏生态平衡的三个著名实例：(1)库立亚湖的鸕鶿(捕鱼的潜鸟)，(2)密执安州的知更鸟，(3)米拉米奇河的鲑鱼。

库立亚湖位于加利福尼亚州旧金山北方90哩的山区，湖水浅而污浊，有吸血性蠓类的小虫栖息。附近居民于1909、1954、1957年进行了三次药物驱除，用的药剂是比DDT毒性小的DDD，药量为14—20ppb，驱除效果很好。但1955年冬季，开始发现在此湖过冬的渡鸟—鸕鶿大量死亡，濒临灭绝，一直到1966年才有所恢复。检查该鸟的尸体未发现有病原菌，分析其脂肪组织内含有1,600ppm的DDD，而湖水中含量仅为0.02 ppm。

美国密执安州为防治由木蠹虫传播的榆树病害，1954年夏季喷洒DDT二次，秋季落叶入土腐烂，被蚯蚓食后积蓄体内，知更鸟食了蚯蚓中毒而大量死亡，幸存着体弱、不育。至1958年连一只雏鸟都看不见了，只有原数的5—8%成鸟存活。

加拿大的米拉米奇河流入大西洋。河流附近的森林发生了云杉蚜虫，1954年用飞机喷洒了DDT，河水受到污染，河中的鱼类及水栖昆虫，多数中毒死亡。当年春季产生的幼鲑鱼，施药两个月后几乎全部死亡。

DDT在发现最初的十几年间，认为是残效期长，对人、畜无害的理想农药。几十年的实践证明，由于其性质稳定，不易分解，却给人类和动物带来巨大的危害。

六六六比DDT容易挥发、分解，在生物体内残留性小，但因六六六有内吸作用，在水稻临近收获期施用，药剂可残存在大米及稻草中。以稻草为饲料的奶牛的乳中也残留有六六六。因此，目前世界许多国家均先后宣布禁用DDT、六六六等有机氯杀虫剂。

在连续使用DDT等农药防治害虫时，会使害虫发生抗药性，同时能杀死害虫的天敌(益虫、益鸟)。因此，必须年复一年地加大药量，才能保证防治效果，而一旦停止用药，常常导致害虫的大量发生。

常用的除莠剂—2,4-D，2,4,5-T，也常造成农业环境的污染。喷撒在地面上

的2,4-D, 2,4,5-T,在一般情况下较易分解,大约需要几周至几个月的时间。但经过土壤耕翻等田间作业,将此类药剂翻入土中,造成缺氧条件时(或在水田中)则可残存四百多天,毒素更不易分解,四百天以后才分解3%左右。如用量过大,可使树木枯死,再生恢复期很长,一般需要一、二十年。2,4,5-T还可使人畜眼睛失明,或生怪胎。

另一种值得注意的污染源,是塑料等工业所用的添加剂—聚氯联苯(PCB)。1968年日本的“米糠油事件”,就是这种物质造成的。当时在九州等地,曾使几十万只鸡中毒死亡。多年来受危害的人数已达一万多人,死亡十六人。聚氯联苯是一种与DDT相似的有机氯类化合物,也能在人畜体内积累,且不易排出体外。目前,对于此种污染物的危害,还没有有效的治疗药剂和方法。

在1971年的国际环境会议上,科学工作者公认,当前地球上五种物质对环境污染的危险最大,这五种物质就是:汞、镉、铅、DDT和聚氯联苯。这些物质之所以危险,主要是由于它们不易分解,可直接在农作物或人畜体内积累,或经过生物浓缩再进入人体造成毒害;这种危险不易及时察觉,往往要经过很多年才能表现出来。一旦察觉之后,已是危害程度很深,波及范围很广,难以挽救了。因此,对于这类物质的潜在性危害,必须给以高度重视。

近年来的研究证明:粮食、油料作物的种子、肉、菜、鱼、虾等食物由于管理不善,均易受到黄曲霉毒素污染。

黄曲霉毒素是黄曲霉菌产生的代谢产物,这种毒素对人畜毒性很强,而且具有明显地致癌作用。这一发现,引起了世界各地有关部门及科学家的高度重视。

在我国常发生的真菌污染除黄曲霉毒素外,尚有赤霉菌引起的赤霉病麦等污染。

综上所述,人类环境的污染与破坏,从根本上说,是人类的生产和生活所造成的。一些资本主义国家,为了获得高额利润,高速度地发展工业,忽视了环境保护,造成了环境污染,危害了人民健康,引起了人民强烈反对,反“公害”的斗争此起彼伏。

资本主义国家走过的道路,实际上是一条“先污染后治理”的道路。

我国是一个发展中的国家,发展生产是为了人民,保护环境同样也是为了人民。这一点在我们伟大的社会主义国家里,是完全可以统一起来的。我们要吸取以往的、国外的正反两方面的经验,在发展生产的同时,首先要保护环境。我国对于环境保护工作是非常重视的,1979年国家颁布了环境保护法,制定了“全面规划、合理布局、综合利用、化害为利、依靠群众、大家动手、保护环境、造福人民”的环境保护方针。只要我们按照这一指导方针发展工业,并在发展工业的同时,认真做好“三废”的治理工作,就一定能够避免“三废”的危害,使工业的发展只造福于人民,而不致危害人民;同时要避免边治理、边污染;一切资源的开发与利用,首先要考虑生态平衡,不要只顾眼前利益,破坏了生态平衡。否则,将会受到大自然的惩罚。

人类是环境的主人,而不是环境的奴隶。人类通过自己的劳动,改造了自然、发展了生产,也提高了生活水平。生产的发展和科学技术的进步,反过来又提高了人类认识自然、改造自然的能力,并不断地赢得驾驭自然界的自由。人类发展的历史证明,利用自然资源的广度和深度总是不断的增长。人类既能发展生产,又能化害为利,可以消除

污染，为全人类创造美好的生活环境。

在环境污染与环境保护问题上，工业与农业的关系非常密切。它们既有相互矛盾的一面，又有互相统一的一面。工业生产所形成的“三废”如果不能及时和彻底地加以处理，那些有毒和有害的物质，就会污染环境，危害农业生产，这就是工农业之间的矛盾性。但是，农林业的环境又可对工业的废气和废水的污染起到积极地净化作用。例如，森林和其它植物可以吸收大量工业有害气体，并放出氧气，对于空气的净化和更新具有重大作用。还可用处理工业污水灌溉农田，既可解决农业上的水肥问题，又可使污水得到进一步净化，这就是工业与农业环境的相互统一性。从生物圈的整体来看，农林业环境并不仅是消极受害，还可以积极除害。所以，工业与农业，城市与乡村之间，要进行全面规划，合理布局，使矛盾向有利的方面转化。

我国幅员广阔，资源丰富，自然环境复杂。全国人民在中国共产党的领导下，完全有条件、有能力、有信心，把我们伟大的社会主义祖国建设好、美化好，为子孙万代造福。

### 参 考 文 献

- [1] R. Carson: "Silent Spring" HMCB (Cambridge) 1—150(1962)。
- [2] 日本环境厅编：昭和49年度环境白皮书 1~102(1974)
- [3] 公害与农业编译组：公害与农业 1~10(1976)
- [4] IUCN—UNEP—WWE: World Conservation Strategy 3—66(1980)
- [5] 魏德保：森林与人类健康 1~127(1981)
- [6] 江苏省植物研究所：城市绿化与环境保护 1~166(1977)
- [7] 国务院环境保护领导小组办公室：大自然保护(资料选编) 1—190(1980)

## 第二章 大气污染与生物

地球的表层，覆盖着一层大气，叫做大气圈，人类就生活在大气圈的底层里。大气是人类及生物维持生命的重要物质之一。因此，大气质量好坏与人类的生存是息息相关的，人的生活也片刻离不开空气。

大气在自然状态下，是一种混合气体，它的成分包括：氧、氮、氩、二氧化碳等。

在自然现象(如火山爆发)或人类生产和生活活动时，都会向大气排放大量的废气和烟尘污染大气。

### 一、污染物质的种类

影响农林作物的主要大气污染物质有亚硫酸气体、氯化氢、氯气等。

对植物产生伤害的大气污染物质按其化学性质分类如下：

1. 具有氧化作用的有害物质有：臭氧、PAN及其同族体、二氧化氮、氯气等；
2. 具有还原作用的有害物质有：二氧化碳、醛类、硫化氢、一氧化碳等；
3. 具有酸性作用的有害物质有：氟化氢、四氟化硅、氯化氢、二氧化硫、硫酸烟雾、硝酸烟雾、氰化氢等；
4. 具有硷性作用的有害物质有：氨；
5. 其他有机气体：乙烯、丙烯、乙炔等；
6. 固体粒子状物质：煤烟、粉尘、浮游粒子状物质等(如镉、铅等金属氧化物的微粒子)。

大气污染物质(表2—1)、有毒气体、液体微粒子及固体微粒子混在一起形成气溶胶质的胶体分散系。

其次，除固体粒子状物质以外的大气污染物质，对于植物毒性的强度，按顺序类别分述如下：

- (1)毒性强的甲级物质有：氟化物气体、氯气、乙烯、臭氧、PAN等。
- (2)毒性中等的乙级物质有：硫的氧化物、氮的氧化物等。
- (3)毒性弱的丙级物质有：醛、氯化氢、氨、氰化氢、硫化氢、一氧化碳等。

属于甲级的污染物质、大气中含有数十ppb的浓度(ppb是十亿分之一)就发生危害；属于乙级的污染物质由数百ppb到ppm的浓度即出现被害；属于丙级的污染物质由数十ppm到数千ppm浓度才出现危害。

日本法律规定，由于化学合成、分解处理发生事故时所产生的物质叫做特定物质，例如：氨、氰化氢、一氧化碳、醛、硫化氢等28种物质(表2—2)再有破碎物体，如由于其他机械处理或堆积而产生飞散的物质叫做“粉尘”。由汽车所排出的污染物质叫做“汽车排出废气”，有一氧化碳、碳化氢、铅的化合物、氮氧化物、粒子状物质及具有致



表2—1

大气污染源和污染物质

| 类 别            | 空气中的混合物        | 气 体 和 汽 雾                            | 代表性损失率             |
|----------------|----------------|--------------------------------------|--------------------|
| 燃烧装置           | 尘埃、烟雾          | 二氧化氮、二氧化硫、一氧化碳、有机物、酸类                | 燃料重量的<br>0.05~1.5% |
| 汽车发动机          | 烟雾、尘埃          | 二氧化氮、一氧化碳、酸类、有机物、铅                   | 燃料重量的<br>4~7% (烃类) |
| 石油精制           | 尘埃、雾气          | 二氧化硫、硫化氢、氨、一氧化碳、烃类、硫醇                | 原料重量的<br>0.25~1.5% |
| 化学装置           | 尘埃、雾气烟<br>雾、喷雾 | 副产物(二氧化硫、一氧化碳、氨、酸、有机物、<br>溶剂、臭氧、硫化物) | 原料重量的<br>0.5~2%    |
| 用热和用电的<br>冶金装置 | 尘埃、烟雾          | 二氧化硫、一氧化碳、氟化物、有机物                    | 原料重量的<br>0.5~2%    |
| 矿物加工处理         | 尘埃、烟雾          | 副产物(二氧化硫、一氧化碳、氟化物、有机物)               | 原料重量的<br>1~3%      |
| 食品制造           | 尘埃、烟雾          | 芳香族物质                                | 原料重量的<br>0.25~1%   |

表2—2

日本被指定的特定有害物质

| 指 定 年 月 | 物质名称           | 化 学 式                            | 分 子 量 | 有 关 行 业             | 影 响              |
|---------|----------------|----------------------------------|-------|---------------------|------------------|
| 1963.9  | 氟 化 氢          | HF                               | 20    | 化肥制造及其他             | 粘膜刺激             |
|         | 硫 化 氢          | H <sub>2</sub> S                 | 34    | 石油精制及其他             | 金属腐蚀             |
|         | 二氧化硒           | SeO <sub>2</sub>                 | 111   | 金属冶炼                | 急性中毒、神经障碍        |
|         | 氯 化 氢          | HCl                              | 36    | 氯碱工业及其他             | 刺激呼吸器官           |
|         | 二氧化氮           | NO <sub>2</sub>                  | 46    | 硫酸制造及其他             | 刺激呼吸器官           |
|         | 二氧化硫           | SO <sub>2</sub>                  | 64    | 硫酸制造及其他             | 刺激粘膜             |
| 1965.10 | 氯 化 硅          | SiF <sub>4</sub>                 | 90    | 氯碱工业及其他             | 刺激呼吸器官           |
|         | 光 气            | COCl <sub>2</sub>                | 98    | 化肥制造及其他             | 刺激粘膜             |
|         | 二硫化碳           | CS <sub>2</sub>                  | 76    | 染料制造、氯<br>置换及其他     | 刺激眼、呼吸器官<br>肺部障碍 |
|         | 氢 氰 酸          | HCN                              | 27    | 二硫化碳制造              | 刺激粘膜             |
|         | 氨              | NH <sub>3</sub>                  | 17    | 氢氰酸制造               | 阻止呼吸作用、剧毒        |
|         |                |                                  |       | 化肥制造及其他             | 刺激眼、鼻、咽喉粘膜       |
| 1966.11 | 三氯化磷           | PCl <sub>3</sub>                 | 136   | 药品制造、二氯化<br>磷及其他    | 中 毒              |
|         | 五氯化磷           | PCl <sub>5</sub>                 | 206   | 三氯化磷、氧氯化<br>磷及其他    | 中 毒              |
|         | 黄 磷            | P <sub>4</sub>                   | 124   | 炼磷、磷化合物的<br>制造及其他   | 中 毒              |
|         | 氯 磺 酸          | HSO <sub>3</sub> Cl              | 116   | 他药品制造、染料<br>制造及其他   | 刺激皮肤             |
| 1968.3  | 甲 醛            | HCHO                             | 30    | 甲醛制造、皮革、合<br>成树脂及其他 | 臭味、侵蚀粘膜          |
|         | 丙 炔 醛          | CH <sub>2</sub> CH               | 56    | 丙烯酸制造、合成树脂<br>及其他   | 臭味、侵蚀粘膜          |
|         | 磷 化 氢          | PH <sub>3</sub>                  | 34    | 磷酸制造、磷肥及其他          | 恶臭、剧毒            |
| 1968.12 | 苯              | C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>    | 78    | 石油精制的焦油制品、<br>农药及其他 | 特殊臭味、有毒          |
|         | 甲 醇            | CH <sub>3</sub> OH               | 32    | 甲醇、甲醛制造及其他          | 臭味、有毒            |
|         | 碳 基 镍          | Ni(CO) <sub>4</sub>              | 171   | 石油化工、镍冶炼及其<br>他     | 挥发性、剧毒           |
|         | 硫酸(包括三氧化<br>硫) | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>   | 98    | 硫酸制造、肥料及其他          | 刺激皮肤、刺伤粘<br>膜    |
|         | 溴              | Br <sub>2</sub>                  | 160   | 染料、药品、农药            | 刺激粘膜             |
| 1968.12 | 硫 醇            | C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> SH | 62    | 石油工业                | 恶臭、有毒            |
|         | 苯 酚            | C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH | 214   | 石油工业、合成树脂           | 特殊臭味、有毒          |
|         | 硫 脒            | C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> N  | 79    | 焦油工业                | 臭味、有毒            |
|         | 一氧化碳           | CO                               | 28    | 汽车、燃烧装置             | 中毒、死亡            |

癌作用的苯并A 蒽(3,4-苯并蒽)。

## 二、大气污染对生物的影响

大气污染对生物的影响范围很广，如农林作物、家畜、水产生物等。但最易受害的是农林作物。

### (一) 污染物质的侵入途径

植物所需的营养成分，多数是从土壤经过根系吸收，对于有害成分的吸收也是这样。有的营养成分，例如尿素、锰等利用叶面喷洒也能吸收。同样，气体、雾状物、烟尘等污染物质，也可吸附在叶面上或经叶吸收。经叶吸收污染物的植物，即使有微量的浓度，也容易遭受危害。

植物叶片的表皮细胞复盖有角质层，几乎不能吸收气体及交换气体。但在叶的表皮组织上，有表皮细胞及密布的气孔，通过气孔进行气体交换。气孔的构造如图 2—1。

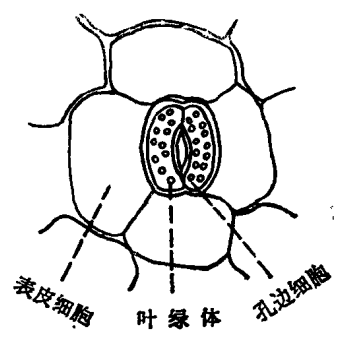


图 2—1 气孔(平面图)

气孔是由两个孔边细胞间的小间隙形成的。气孔一般夜间几乎关闭，有光照时则张开。并根据植物体内水分的状况，利用蒸腾作用加以调节。气孔数  $1\text{ mm}^2$  内通常有 50~300 个，多分布在叶的背面，但也有在叶的两面或在叶表面的。

高等植物由气孔吸收二氧化碳，由根吸收水分，利用太阳光能进行光合作用，制造碳水化合物。大气中有污染物质时，则与二氧化碳同时吸入植物体内。白天气孔张开时，气体物质及粒径在数  $\mu$  以下的雾状物质也容易侵入植物体内(图 2—2)。

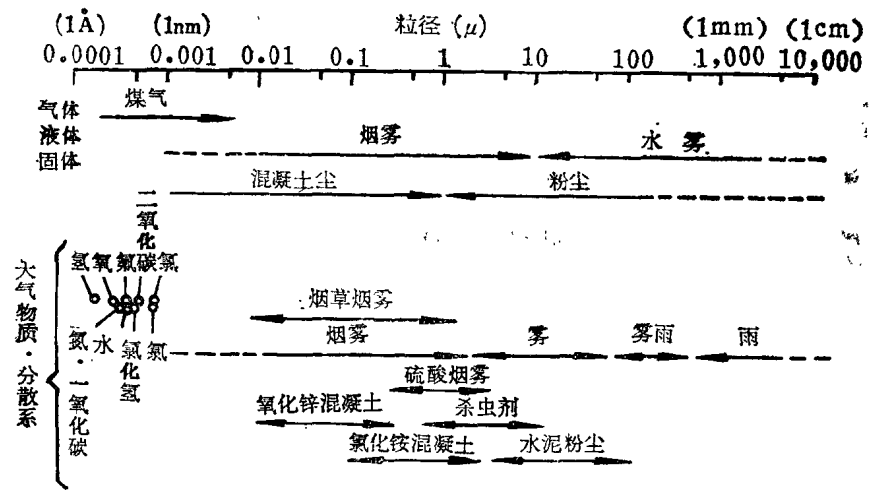


图 2—2 各种大气污染物质的粒径与范围 (Stern, 1962)

可见大气污染物质侵入植物体内的主要途径是气孔，但其吸收量并不是与二氧化碳成比例地进入。再有禾本科植物的叶缘水孔也能吸收(也是病原菌的入侵途径)除气体以