

第十章

环境化学

刘静玲 教授
北京师范大学环境学院



jingling@bnu.edu.cn

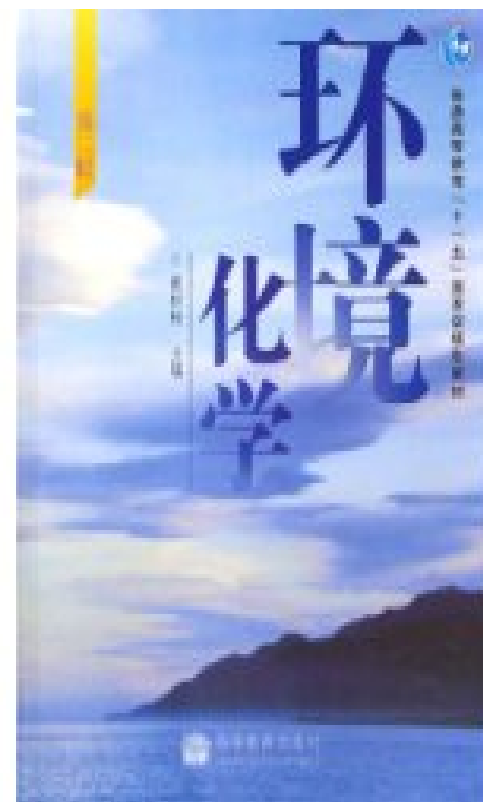
最新新闻搜索

- ❖ Google网上搜索 “环境化学” 71万项
- ❖ 毒奶粉 102万项
- ❖ 毒奶粉影响 122万项
- ❖ 毒奶粉，三聚氰胺 272万项
- ❖ 毒奶粉赔偿 29.1万项



内容概要

- ❖ 污染物的迁移转化规律
- ❖ 环境污染物的生态效应
- ❖ 复合污染的监测
- ❖ 案例研究
- ❖ 本书全面系统地介绍了环境化学的基本知识，内容包括：大气环境化学、水环境化学、土壤环境化学、生物体内污染物质的运动过程及毒性、典型污染物在环境各圈层中的转归与效应、受污染环境的修复和绿色化学的基本原理与应用等。



化学污染与危害

- ❖ 目前已知水俣镇的受害老人数多达1万人，死亡人数超过1000人。
- ❖ 1997年5月，共10355人得到赔偿，氮肥厂为此而支付累计超过300亿日元。
- ❖ 为了恢复水俣湾的生态环境，日本政府花了14年的时间，投入485亿日元，将水俣湾深挖4米才把含汞底泥全部清除。同时，在水俣湾入口处设立隔离网，将海湾内被污染的鱼统统捕获进行填埋。在整个水俣病公害中，日本政府和企业至少花费了800亿日元。



环境化学概述

- ❖ 环境科学中的重要分支学科之一
- ❖ 造成环境污染的因素可分为物理的、化学的及生物学的三方面
- ❖ 而其中化学物质引起的污染约占80%—90%。
- ❖ 环境化学即是从化学的角度出发，探讨由于人类活动而引起的环境质量的变化规律及其保护和治理环境的方法原理。



10.1 污染物迁移转化规律

- ❖ 挥发和吸附
- ❖ 溶解和沉淀
- ❖ 水解和配合
- ❖ 氧化和还原
- ❖ 光化学反应
- ❖ 生物富集和转化



生物富集和转化

生物吸收

生物吸收过程是化学物质对生物体产生生理、生态、遗传以及毒性效应的第一步，是研究化学物质生物富集、生物毒害以及生物抗性等效应的基础。

类型

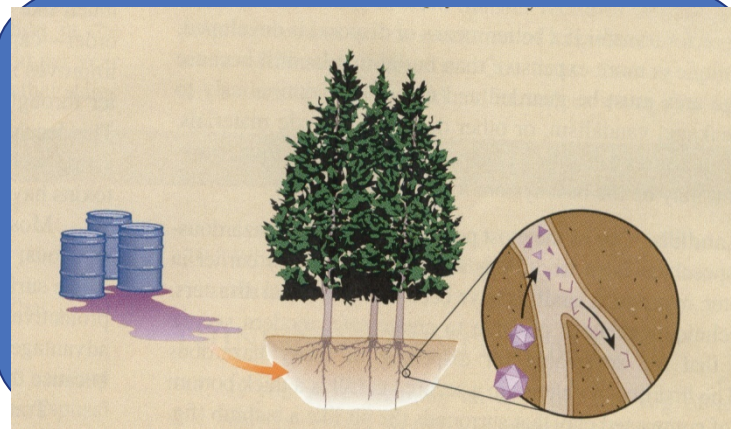
◆ 植物吸收过程

- 根系吸收过程
- 叶片吸收过程

◆ 动物吸收过程

- 皮肤、呼吸、摄食吸收过程

◆ 微生物吸收过程



生物富集

➤ 基本概念

指生物从周围环境（水体、土壤、大气）吸收并积累某种元素或难降解的物质，使其在有机体内的浓度超过周围环境中浓度的现象。

➤ 计算方法

生物富集系数（浓缩系数）：

生物体内污染物的浓度与其生存环境中该污染物浓度的比值。

$$BCF = C_b / C_e$$

➤ 富集现象：

生物积累：同一生物个体在生长发育的不同阶段生物富集系数不断增加的现象。

生物放大：在同一食物链上，生物富集系数随营养级数提高而逐渐增大的现象。



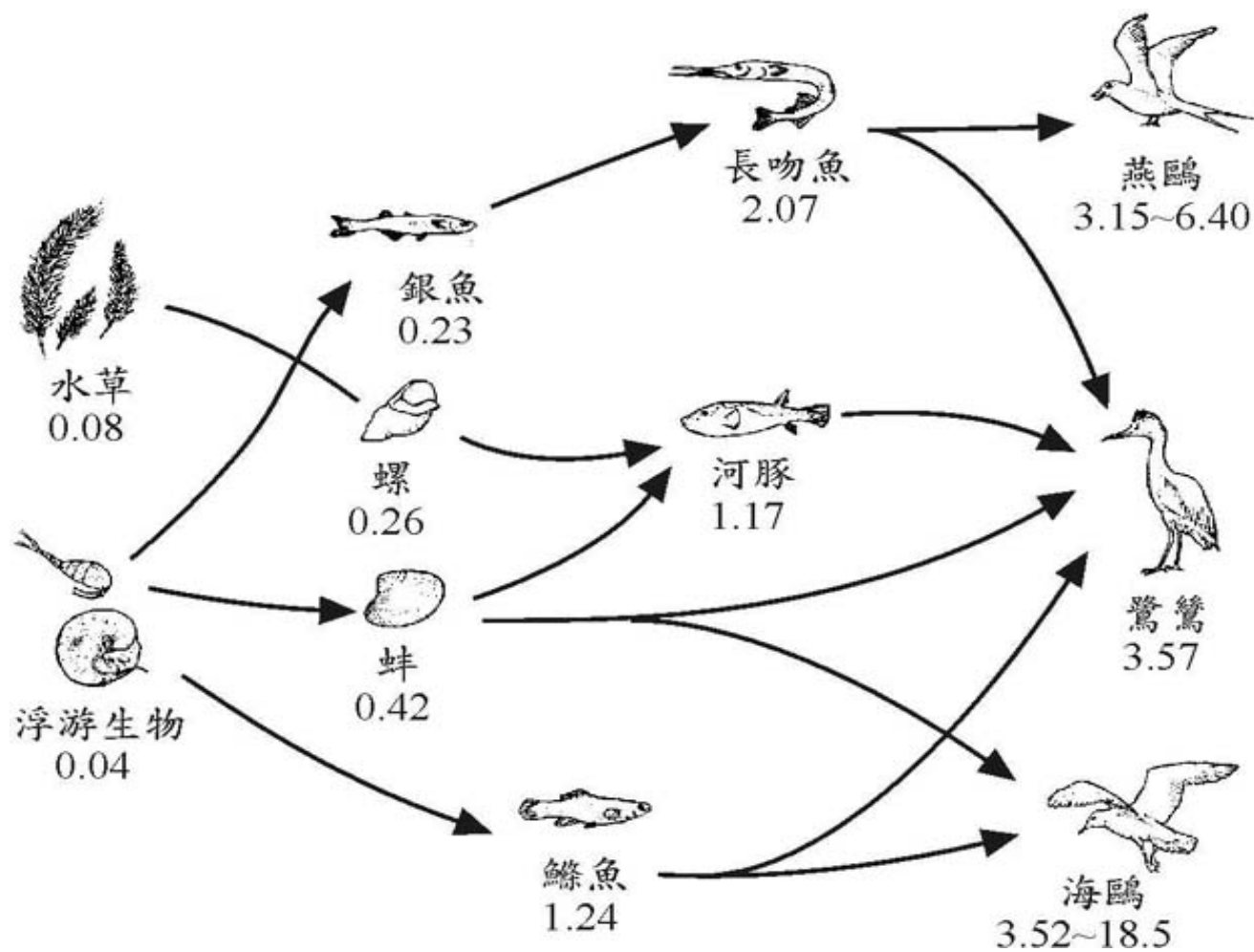


图10-3 DDT 在生物体内积累与食物网的示意图

富集机制

- 在生物体内，污染物质可以通过与活性物质的结合而蓄积；
- 通过分配作用溶解集中于脂肪中；
- 通过离子交换吸附进入骨骼组织而蓄积。

影响生物富集的因素

- 污染物：化学稳定性、脂溶性和水溶性。
- 生物：生物种类、大小、性别、器官、发育阶段等。
- 环境：包括温度、盐度、pH、水硬度、氧含量和光照状况等。

案例研究

❖ 三聚氰胺

(英文名**Melamine**)，是一种三嗪类含氮杂环有机化合物，重要的氮杂环有机化工原料。简称三胺，又叫**2,4,6-三氨基-1,3,5-三嗪**、蜜胺、氰尿酸胺、三聚氰酰胺

分子式： $C_3N_6H_6$ 、 $C_3N_3(NH_2)_3$

分子量：126.12,是一种重要的氮杂环有机化工原料，

物理性能：白色结晶粉末，无毒，无味，

相对密度： 1570kg/m^3

熔点：在常压下， 354°C 分解，升华温度： 300°C 。

溶解性：能溶于甲醇、甲醛、乙酸、热乙二醇、甘油、吡啶；微溶于水、乙醇；不溶于乙醚、苯和四氯化碳。水溶液呈弱碱性。



用途

- ❖ 三聚氰胺是一种用途广泛的基本有机化工中间产品，最主要的用途是作为生产三聚氰胺/甲醛树脂（MF）的原料。
- ❖ 三聚氰胺还可以作阻燃剂、减水剂、甲醛清洁剂等。
- ❖ 该树脂硬度比脲醛树脂高，不易燃，耐水、耐热、耐老化、耐电弧、耐化学腐蚀、有良好的绝缘性能、光泽度和机械强度
- ❖ 广泛运用于木材、塑料、涂料、造纸、纺织、皮革、电气、医药等行业。



危害

- ❖ 目前三聚氰胺被认为**毒性轻微**，大鼠口服的半数致死量大于**3克/公斤**体重。据**1945年**的一个实验报道：将大剂量的三聚氰胺饲喂给大鼠、兔和狗后没有观察到明显的中毒现象。
- ❖ 动物**长期摄入**三聚氰胺会造成**生殖、泌尿系统的损害**，膀胱、肾部结石，并可进一步诱发膀胱癌。
- ❖ **2007年美国宠物食品污染事件的初步调查结果认为：掺杂了 $\leq 6.6\%$ 三聚氰胺的小麦蛋白粉是宠物食品导致中毒的原因**，为上述毒性轻微的结论画上了问号。
- ❖ 为安全计，一般采用**三聚氰胺制造的食具**都会标明“不可放进微波炉使用”。
- ❖ **2008-12-1美国FDA公布的测试结果显示**，美赞臣EnfamilLIPIL补铁婴儿奶粉样本有3次检测**含微量三聚氰胺的衍生物——三聚氰酸**，含量分别为0.247ppm、0.245ppm和0.249ppm.同时，雀巢强化补铁婴儿奶粉样本有两次检测含微量三聚氰胺，含量分别为0.137ppm和0.140ppm.



❖ 质检总局：伊利等**22**家婴幼儿奶粉检出三聚氰胺 (全名单)

❖ 三鹿	石家庄三鹿	11 / 11	2563毫克
❖ 熊猫	上海熊猫	5 / 3	619毫克
❖ 圣元	青岛圣元	17 / 8	150毫克
❖ 古城	山西古城	13 / 4	141.6毫克
❖ 蒙牛	内蒙古蒙牛	28 / 3	68.2毫克



原因

- ❖ 在食品制作过程中，需要检查蛋白质含量，但是直接测量蛋白质含量技术上比较复杂。
- ❖ 业界常常使用一种叫做“凯氏定氮法”的方法，三聚氰胺被派上大用场了。用三聚氰胺的花费只有真实蛋白原料的 $1/5$ ，所以造假者使用三聚氰胺“增加”产品的蛋白质。三聚氰胺是一种白色结晶粉末，没有什么味道，掺杂后不易被发现，这也成了造假者用它的原因。



问题与讨论

- ❖ 化学污染物的毒性检测的科学方法？
- ❖ 动物实验的外推是否可靠？
- ❖ 污染物的迁移转化途径？



可能途径

奶粉-人？

饲料-动物-奶液/肉/蛋-人？

生产过程-废物-环境-人？



10.2 环境污染物的生态效应

- **定义：**当污染物进入生态系统，参与生态系统的物质循环，势必影响生态系统的组成、结构和功能，这种表现在生态系统中的响应即为生态效应。
- **类型（按响应主体划分）**
 - ❑ 生物种群
 - ❑ 生物群落
 - ❑ 生态系统



汞和砷的生态效应

❖ 汞的生态效应

经呼吸道进入人体的汞蒸气，能够透过肺泡膜进入血液，蓄积于人体组织。无机汞能够使肾脏、脑细胞受损，中枢神经系统发生障碍，也可以导致畸胎、死胎。

甲基汞：日本的水俣病。

❖ 砷的生态效应

- ✓ 对植物
- ✓ 对动物

❖ 多环芳烃的生态效应

- 多环芳烃（PAH）是广泛存在于环境中的由两个以上苯环连在一起的一大类污染物，如蒽、菲、芘、苯并[a]芘（BaP）等。
- 致癌性：导致皮肤癌、肺癌和胃癌等。

❖ 有机卤代物的生态效应

- 有机卤代物包括卤代烃、多氯联苯（PCBs）、二噁英（PCDD）和二噁呋喃（PCDF），以及DDT、艾氏剂、狄氏剂、毒杀芬、氯丹等有机氯农药等。
- PCBs的生态效应：具有致癌、致畸和致突变性。



复合污染物的生态效应

- ❖ 登记的化学物质**2340**多万种
- ❖ **10**万种进入生态系统
- ❖ 环境中各种污染物的状态
- ❖ 复合污染：生态系统同时暴露于多种污染物共存的复杂体系中
- ❖ 复合污染产生的生态效应---复合污染生态效应
- ❖ 效应机制：协同作用、加和作用、拮抗作用和独立作用



监测方法与对策

❖ 监测方法

化学分析方法

❖ 对策



小组讨论

主题：

❖ 流域水环境问题与本质

小组分工：

1.流域点源 2.流域面源 6.流域 / 城市生态恢复

❖ 城市环境问题与本质

小组分工：

3.城市生态规划 4.城市大气 5.城市水污染



期中测试初步分析

题目**1-5**章

格式与规范

关注环境热点问题

跟踪科学前沿

科学思维与推理严谨

视角与众不同

结论合理新颖

参考文献科学性与时效性

题目覆盖面宽

大多数不符合要求

水、土、气和物理污染

资料分析较弱

数据和图表使用较少

受参考资料影响大

多而泛

较弱



THANK YOU!
KEEP CONTACT!!
ROOM NO.501

