

盐碱土区尤其重要。与之相关的在质地粘重的土壤上掺沙的措施,将大大有利于氟的净化,因为粘土比砂土固定氟的作用强^[8],而透水性又弱。

许多因素可以降低土壤氟的生物活性。例如在苏打碱土上施用石膏,在酸性土上施用石灰。两种措施既能调节土壤 pH 使之接近或趋向中性,又可使活性强的离子态氟与 Ca^{2+} 形成难溶性的 CaF_2 沉淀而被固定下来,从而大大降低土壤溶液中活性强的氟化物的浓度。

各地的区域环境条件和影响因素不同,因此,应根据当地的土壤氟污染和土地利用特征分别制定出切实可行的防治措施。

参 考 文 献

- [1] 叶兆杰等,环境污染与防治,1,10 (1981).
- [2] 宁夏区卫生防疫站等,地方性氟病的防治,7,16,人民卫生出版社,1976.
- [3] 刘纪昌,环境科学,2,9 (1979).
- [4] 余大富,环境科学丛刊,4,43 (1980).
- [5] Editorial, *Fluoride*, 11(1), 1 (1978).
- [6] R. S. Lavado et al., *Fluoride*, 12(1), 28 (1979).
- [7] 丁俊清,中国环境科学,创刊号,77 (1981).
- [8] 植物生态学译丛,第二集,8,科学出版社,1975.

- [9] Lawrence Gilpin et al., *Soil. Sci. Soc. Am. J.*, 44(2), 255 (1980).
- [10] 孔庆生,环境科学,5,47 (1981).
- [11] 中国科学院成都地理研究所,环境科学,2,13 (1979).
- [12] H. Häni., *Fluoride*, 11(1), 18 (1978).
- [13] C. A. Bower et al., *Soil. Science*, 103 (3), 151 (1967).
- [14] R. Chhabra et al., *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 44 (1), 33 (1980).
- [15] J. A. I. Omuetti et al., *J. Soil. Sci.*, 28(4), 564 (1977).
- [16] P. M. Huang et al., *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 29 (6), 661 (1965).
- [17] J. A. I. Omuetti et al., *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 44 (2), 247 (1980).
- [18] *ibid*, 41 (4), 771 (1977).
- [19] 山田秀和·服部共生,日本土壤肥科学雜誌,50,3,243 (1979).
- [20] *ibid*, 235 (1979).
- [21] *ibid*, 48, 7, 8, 253 (1977).
- [22] *ibid*, 262 (1977).
- [23] 植物生态学译丛,第二集,9,科学出版社,1975.
- [24] 山県 登,微量元素-環境科学特論,200,産業図書株式会社,1979.
- [25] A. Singh et al., *Soil Science*, 128 (2), 90 (1979).
- [26] A. Singh et al., *Soil Science*, 127 (2), 86 (1979).
- [27] 郭青,光明日报,1979年7月26日第二版.
- [28] 植物生理译丛,第二集,28,科学出版社,1975.

环境微生物学与环境医学

王家玲 蔡宏道

(武汉医学院环境医学专业)

环境科学研究的对象是以人类为中心的生态系统,其最终目的是保持自然生态平衡,以利于人类的生存与发展。各有关学科与环境科学相互渗透,产生了许多新的分支学科,其中包括环境微生物学与环境医学。本文试论环境微生物学及其与环境医学的关系。

一、环境微生物学

环境微生物学是环境科学中一门新型的

边缘学科,它的科学定义、研究内容与任务尚在不断完善之中。

环境微生物学 研究人类生存环境与微生物之间的相互关系与作用规律,尤其着重于研究微生物活动对于人类环境所产生的有益或有害影响;在当前污染日益严重的情况下,环境微生物学主要应深入研究并阐明微生物、污染物与环境三者间的相互关系与作用规律,为保护环境、造福人类服务。

环境微生物学的主要内容与任务如下:

1. 研究自然环境中的微生物群落、结构、功能与动态;研究微生物对不同环境中的物质转化以及能量流变迁的作用与机理,进而考查其对环境质量的影响。不同生态环境中的微生物本底,可为环境质量综合评价提供微生物学参数。同时,可以查明自然环境中除动物与植物资源外,还存在着的微生物天然资源,为保存和开发利用有益微生物种提供科学资料;在人类认识自然、保护自然,防止生态系统失调与破坏,保护人类赖以生存的自然资源和自然资源活动中,提供微生物学的资料与依据。这种包括研究自然环境中微生物活动规律的环境微生物学,可称为广义的环境微生物学。

2. 研究污染环境中的微生物学,通过微生物、污染物与环境三者间关系的研究,查明各种污染环境中微生物的活动与规律,以及由于微生物活动给环境质量带来的影响。从这个角度出发,环境微生物学亦称作“污染微生物学”。

污染微生物学主要内容包括两大方面:微生物活动使污染环境净化,改善了环境质量的有利作用方面;及因其活动而污染了环境的有害作用方面。微生物对环境的有利方面,诸如研究微生物对环境污染物,特别是人工合成污染物降解与转化的可能性;其代谢机制、途径、条件与规律;环境微生物学者致力于分离并筛选强力高效降解污染物的菌株,并广泛参与污水与废渣生物净化的具体治理工作,以达到消除污染、保护环境的根本目的。微生物对环境的有害方面,除研究病原微生物在环境中污染途径与传播规律、危害及防治措施以外,大量的研究工作集中于微生物代谢物对于环境的污染,查明产生污染物的微生物种,研究其代谢作用机制与条件,以利于控制其活动,消除危害。

3. 应用微生物作为环境监测的指标与手段。在环境监测工作中,多年来广泛应用微

生物学方法,如细菌总数的测定,大肠菌群、粪链球菌等粪便污染指示菌的检测,还有肠道致病菌、肠道病毒的检测等。自七十年代以来,又发展了一些应用微生物快速检测环境毒物、致癌、致畸、致突变物的方法,其中包括多种原核微生物及真核微生物。有的方法已逐步发展成为常规性的监测法。

二、环境微生物学与环境医学的关系

环境微生物学与环境医学有着密切关系。环境微生物学中一部分内容是环境医学工作不可缺少的基础理论与知识,例如自然界生态系统中微生物的作用和地位,微生物对污染物的降解与转化等;一部分内容则是环境医学所应具备的专业知识与技能,如微生物污染环境,危及人群健康,微生物是环境医学监测工作中的重要手段与指标等。

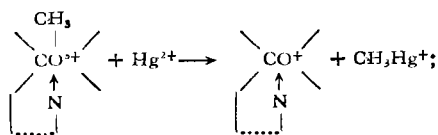
1. 生态学观点是从事环境医学所必备的基本观点。当前环境科学界普遍关注的一个问题,就是要力保自然界生态平衡,防止其被破坏而失调。在整个自然界生态系统中,亿万微生物占据着重要地位。它们与植物、动物一起,在生态系统物质循环中分别担负着不同的作用。微生物既是有机质的生产者(如藻类、光合细菌),又是有机质的消费者,由于它们具有强大而多样的腐生寄生能力,因此是自然界生态系统有机物质的主要分解者。在各种异养型微生物的联合作用下,人类环境中存在的形形色色的有机物均可降解转化,最后成为最简单的无机物,从而完成自然界的物质循环,保证了自然界的生态平衡。

2. 环境医学研究污染物在环境中的行为,公害病(污染病)的发生和流行规律。为了查明病因,必须了解污染物的致病规律,研究污染物在环境中的产生、转化、迁移与积累过程。

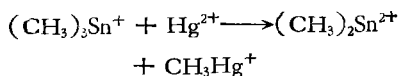
几乎每一种进入环境中的物质均会受到一种或多种微生物的作用,其代谢中间体与

终产物复杂多样。在正常生态系统中, 这些物质不会积累, 它们不断转化, 构成自然界物质循环过程中的必要环节。然而, 在特定条件下, 微生物代谢物也可能在环境中积累。有些代谢物虽属一般性的化合物, 如 NH_3 、 NO_2^- 、 NO_3^- 、 H_2S 、 SO_4^{2-} 等, 但当其在环境中积累达到一定浓度时, 可造成对人体健康的危害; 有些微生物的代谢物, 是特殊化合物, 属于毒物、甚至是致癌、致畸、致突变物质, 它们长时间、低剂量作用于人群, 构成了对人体健康严重的潜在威胁。

关于水体中甲基汞的生成, 目前已普遍接受生物转化的学说, 微生物可借活细胞的酶系参与汞的转化, 例如含甲基钴胺素的微生物将甲基转移与汞离子, 生成甲基汞。

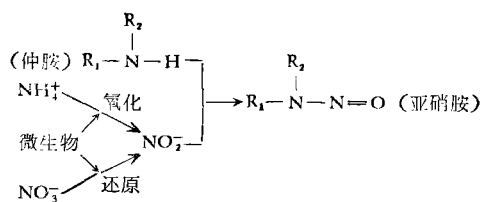
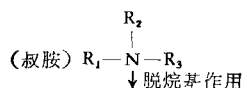


也可以通过微生物胞外的非酶甲基化反应, 例如微生物先将环境中的维生素 B_{12} (钴胺素) 转化成甲基钴胺素, 然后甲基钴胺素经化学作用传递甲基与汞结合成甲基汞; 又如, 当环境中有锡存在时, 微生物先使锡甲基化生成甲基锡, 然后通过非生物学的甲基转移作用生成甲基汞:



在被锡与汞重污染的天然水体中, 甲基汞很可能通过此种方式形成。只有深入查明甲基汞生成菌的种类、作用条件、代谢机理等, 才能找出防止水俣病发生发展的有效途径。

亚硝胺类化合物是危险的致癌、致畸、致突变物。通过微生物活动生成亚硝胺:



已证实, 不仅食品中能产生亚硝胺, 而且在土壤、淤泥、污水等各种污染环境均可产生并积累。自然界中胺类广泛存在于微生物栖居的场所。农药、洗涤剂中有胺的组分、粪便中含联苯胺及三甲基胺, 污水中亦能生成仲胺; 至于微生物对氨的氧化成亚硝酸及硝酸盐还原生成亚硝酸的作用, 更是环境中经常进行的过程。特别是当有机污染物无管理排放, 引起大量污泥积累的偏酸性条件下, 更易生成亚硝胺化合物。Hawksworth 等对人类肠道中常见的细菌试验表明, 十株大肠埃希氏菌中有五株, 在含硝酸盐, pH6.5 或稍高一点的培养基中, 能将联苯胺、二甲胺、六氢吡啶等转化生成亚硝胺; 10% 的梭状芽孢杆菌、12% 拟杆菌、40% 肠球菌和 18% 双歧杆菌, 能使联苯胺等亚硝基化。虽然亚硝胺亦可通过非生物学途径产生, 但必须重视并深入研究其微生物学形成过程与累积规律。

再以农药为例, 一方面微生物可能使农药降解, 从而减少和消除环境中农药残毒的危害; 另一方面, 有的微生物可能将农药转化成新的毒物。例如, 稻瘟醇杀菌剂是一种高效低毒农药, 但其微生物代谢产物三氯苯甲酸和四氯苯甲酸的毒性很大, 在土壤中又很稳定。DDT 在微生物作用下, 可以生成比它少一个氯原子的 DDD, 而 DDD 的毒性比 DDT 更大, 也更稳定。从海水中与污泥中分离得到多种细菌能将 DDT 转化成 DDD。艾氏剂可被微生物环氧化, 生成的狄氏剂, 可以进一步形成一种毒性更强的物质——光化狄氏剂, 在土壤中数年不变。毒性很低的偶磷基硫盐 $[(\text{RO})_2\text{P}(\text{S})\text{OX}]$ 和硫醚 $[-\text{C}-\text{S}-\text{C}-]$, 经微生物活化后, 前者会变为 $[\text{RO}_2\text{P}(\text{O})\text{OX}]$, 后者变为亚砷 $[-\text{C}-\text{S}(\text{O})-\text{C}-]$ 或砷

[—C—S(O₂)—C—], 这些活化后的产物毒性可能比原始物质强一万倍。某些抑制真菌生长的植病药剂, 会经微生物转化而成为人类的致癌物质。某些存在于海水或海底污泥中的厌氧菌可以合成苯并(a)芘, 如腐烂梭状芽孢杆菌(*Clostridium putride*), 每公斤菌体可以合成此物 8.0 微克。因此, 对于微生物代谢物引起的污染, 必须予以足够重视。

3. 环境医学研究污染物对人类的远期效应, 它必须及早发现、及早报警环境中潜在的危害物。目前已知的人工合成化学物质 400 多万种, 其中常用的有 6 万种, 仅农药一项就有千余种被广泛使用。应用传统的动物实验方法及流行病学调查方法, 耗时费钱, 工作量巨大; 难以满足客观要求, 因而亟待发展一些快速的测试方法。

微生物以其繁殖快、个体小、生活周期短、条件易于控制、所需用品少、结果明确易于观察等优点, 常被科研工作者采用作为环境质量综合评价或单种污染物质潜在危害性评定的指示生物。已经应用的指示微生物有真核生物, 如曲霉、酵母菌等; 也有原核生物, 如沙门氏菌、大肠杆菌、枯草芽孢杆菌等; 还有利用噬菌体作为指标的。根据体细胞突变是癌变基础的学说, 凡能引起微生物细胞 DNA 发生突变的物质, 多数可推断为致癌物。这类试验的基础是检测污染物是否能引起微生物突变, 常用的有如下几种方法: 微生物的正向突变试验, 微生物的回复突变试验, 微生物对 DNA 损伤的修复能力试验, 真核微生物的有丝分裂互换试验等。

在众多的微生物学方法中, 当今最受重视并应用最广的是 Ames 试验, 它是以鼠伤寒沙门氏菌组氨酸营养缺陷型菌株作为指示菌, 检测环境污染物之致突变性。大量实验结果证明, Ames 试验所测的阳性结果中 90% 亦为致癌物, 因此, 国内外有关科研生产单位常用之作为致癌物的初筛报警手段。用它检测污染环境(液相、气相、固相)中多种物

质共同存在时的联合效应, 比将化合物分离开来逐个检测更能反映其在环境中的真实情况, 更具实际意义。已有学者建议, 将 Ames 试验列为环境监测的常规方法, 以及时预报环境中的致突变物与致癌物。

三、环境微生物学的发展

环境微生物学的发展, 有赖于许多其他相关学科, 既与环境科学中各有关分支学科相联系, 也与其所由产生的母体学科——微生物学及其各分支学科密切相关。环境微生物学既需要微生物形态学、分类学、生理学、生化学、遗传变异、生态学等做为基础; 也需要从土壤微生物学、水与污水微生物学、卫生微生物学、工程微生物学、地质微生物学中汲取营养, 这些学科互相依赖、互相渗透、共同发展, 为环境科学服务。

环境微生物学与医学微生物学、卫生微生物学之间虽有一定关联, 但不能等同。将环境微生物学局限于研究病原微生物在环境中活动规律及其对人体危害的观点, 我们认为失之于过窄; 把环境微生物学看成是微生物生态学加上污水处理微生物学的看法, 也不够全面。随着社会生产实践之发展与需要, 环境微生物学的内容必将不断丰富, 其及相关学科之联系与分工将愈益明确。

参 考 文 献

- [1] 上海师范大学生物系环境生物研究室编, 环境微生物学, 上海师范大学, 上海, 1979 年。
- [2] 蔡宏道主编, 环境医学概论, 武汉医学院, 武汉, 1981 年。
- [3] 张师鲁, 卫生微生物学, 上海第一医学院, 上海, 1982 年。
- [4] 希金斯等, 污染的化学和微生物学, 化学工业出版社, 北京, 1981 年。
- [5] 蔡宏道主编, 环境污染与卫生监测, 人民卫生出版社, 北京, 1981 年。
- [6] Mitchell, R., *Introduction to Environmental*

(下转第 64 页)

表 5 用 MT-1 测定的稀土元素 T_{app} 值

元素	用 PGT 测定 T_{app} (K°)					用 WTa PGT 测定 T_{app} (°K)				
	最大值	最小值	测定次数	平均 T_{app}	R.S.D. %	最大值	最小值	测定次数	平均 T_{app}	R.S.D. %
La	2343	2203	6	2290±60	2.5	2443	2153	10	2300±150	6.5
Cl	2453	2248	5	2350±100	4.0	2573	2233	6	2403±170	7.8
Pr	2193	2043	6	2090±170	3.9	2473	2179	4	2326±150	6.4
Nd	2303	2093	5	2210±110	4.9	2393	2033	7	2210±180	8.2
Sm	2133	1745	2	1940±190	9.8	2193	2005	2	2109±90	4.3
Fu	2163	1570	6	1867±300	16	2108	1806	3	1957±150	7.8
Gd	2353	2193	3	2260±90	3.8	2468	2383	2	2426±40	1.6
Tb	2163	2078	2	2120±60	3.0	2443	2329	2	2386±50	2.5
Yb	1907	1606	2	1757±150	8.6	1823	1625	2	1724±100	6.9
Lu	2163	2113	3	2130±30	1.2	2443	2343	2	2390±50	2.1
Y	2343	2207	5	2275±68	3.0	2468	2389	2	2428±40	2.0
U	2163	2573	2	2590±30	1.1	2668	2593	3	2620±40	1.6
V	2313	2273	5	2290±20	0.8	2310	2293	3	2310±14	0.6

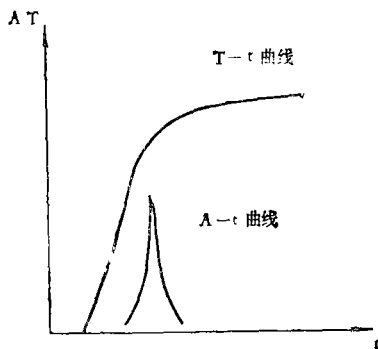
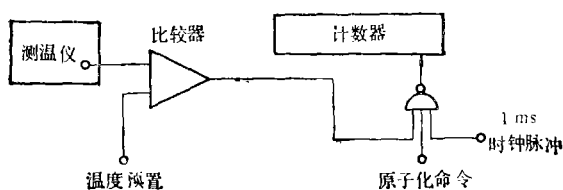
图 6 双笔记录仪记录的 $T-t$ 、 $A-t$ 曲线

图 7 升温速率测量框图

参 考 文 献

- [1] L'vov, B. V., *Spectrochimica Acta*, 33B (5), 153, (1978).
- [2] Sturgeon, R. E. et al., *Anal. Chem.* 48, 1972, (1976).
- [3] 东北人民大学物理系译, 普通物理学, 高教出版社, 第3卷, 第1分册, 第26章, p. 238, 1955.
- [4] 科学院环境化学研究所, 原子光谱分析, 2, 34, (1981).
- [5] Teujino, R. et al., *Anal. Chim. Acta*, 84 (2), 283, (1976).
- [6] L'vov, B. V., *Atomic Absorption Spectrochemical Analysis*, Adam Hilger Ltd. N-Y, 1970.
- [7] Rowston, W. B. et al., *Analyst*, 104(1240), 645, (1979).
- [8] Aggett, J. et al., *Anal. Chim. Acta*, 72(1), 49, (1974).

(上接第 77 页)

- Microbiology*, Prentice-Hall, Inc., New York, 1974.
- [7] Mitchell, R., *Water Pollution Microbiology*, Vol. 11, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1978.
 - [8] Alexander, M., *Introduction to Soil Microbiology*, 2nd ed., John Wiley & Sons, Inc., New

York, 1977.

- [9] Dart, R. K. et al., *Microbiological Aspects of Pollution Control*, 2nd ed., Elsevier Scientific Publishing Co., New York, 1980.
- [10] Guthrie et al., *Introduction to Environmental Toxicology*, Elsevier North Holland, Inc., 1980.