

# 前 言

环境矿物学从环境和地学中的矿物相结合的角度探讨环境效应,而环境医学则从环境因子的变化所引发的公共卫生和地方(人群)病的角度研究疾病的预防和治疗。环境学、地学和医学的相互结合是符合资源合理利用与可持续发展原则的。这是本专集的出发点。

自然界中的多数固体物质均由矿物组成。矿物在地表无处不在,既构成岩石,又是陆地土壤的主要组分。另外,许多矿物和其他结晶固体因其独特的性质而被工业和民品所用。

遗憾的是,有些矿物粉尘被人体吸入以后可引发肺部疾病,如尘肺和癌症。这些矿物导致的疾病包括肺纤维化、肺癌和间皮瘤等。

粉尘被定义为粒度 $< 30 \mu\text{m}$ 的固体颗粒物。大多数粉尘颗粒由单一矿物种组成,部分粉尘颗粒的集合体也可由多种独立的矿物微粒簇生而成,这多源于原生的多矿物岩石碎片。火山爆发通常产生火山玻璃和矿物粉尘。空间外陆的粉尘颗粒通常是多相的。

天然粉尘从成因上可分为:原生粉尘(包括化学蚀变)、化学作用次生粉尘(包括残余的未固结地表盖层)、火山灰和灰尘、海中溅射盐尘、外层陆表的尘粒以及生物微粒。据国外遥测统计, $1\text{m}^3$ 空气含 $10\sim 1 \mu\text{m}$ 的粉尘约10万个, $1\sim 0.1 \mu\text{m}$ 的粉尘约2千万个, $0.1\sim 0.01 \mu\text{m}$ 的粉尘约30亿个。粗略估算,每年天然释放的灰尘可达 $2000 \times 10^6 \text{t}$ ,而人类活动每年释放的粉尘量为 $300 \times 10^6 \text{t}$ 。

20世纪人类对矿物引发疾病的病理研究已取得了迅速的进展。60年代以前,欧美对有关石棉的肺纤维化、肺癌、间皮瘤等流行性病学调查进行得比较深入。与此同时,类似矿物的潜在肺毒性也已被重视。30~60年代的研究着重于矿物粉尘暴露接触与职业病理的关系,并认识到一系列矿物可以影响人体的呼吸系统。60~80年代,众多研究集中在矿物引发人体疾病的机理方面。80~90年代,研究工作集中在矿物致病的病理学上。很显然,这个问题的答案应由生物、生化和病理方面的研究给出。与此同时,以强调矿物粉尘形态特征,特别是纤维形态的“Stanton”假说和以强调矿物粉尘生物持久性的“Pott”假说相继提了出来。

许多矿物可引发肺部疾病,如石棉类。但这方面的很多研究(如多态 $\text{SiO}_2$ 、粘土、沸石,甚至在动物实验中通常显示阴性的矿物,如几种钛的矿物及多形,用作颜料的赤铁矿、磁铁矿等)还在继续深入。到目前为至,纤维状沸石,如毛沸石的危害性已引起了相当的关注。

矿物致尘肺的过程与矿物/流体的相互作用很相似(这在许多地球化学过程中经常出现)。由“矿物引发的职业病病理”研究领域已显现出初步的交叉特色,它包括矿物学、卫生学、岩石学、地球化学、生物化学和表面化学及其他相关学科专家的相互合作。这种学科交叉合作的成功依赖于在截然不同的领域中的科学家们研究方向相互接近的程度与研究内容和认知水平沟通的能力,这个领域被大量词汇、范畴、不熟悉的概念、研究成果和遗留问题所覆盖。这样一个新领域的研究对单一的地质学家或生物学家来说都是十分困难的,特别是要求他们在所涉及的众多学科领域中很流畅地切入自己的学科范围。毋庸置疑,如果交叉学科间的概念界定方面的障碍被完全克服,便会更容易推进重要的研究进展。

肺部粉尘颗粒的负荷研究表明:肺部残留的粉尘颗粒直径均大于 $0.1 \mu\text{m}$ ,平均 $0.8 \mu\text{m}$ ,主要成分是铝硅酸盐(如高岭土、各种长石、云母等),二氧化硅(多数为石英),其他富铝、硅、钛混合物及镁硅酸盐,很难找到大于 $30 \mu\text{m}$ 的粉尘。残留于肺部的矿物粉尘组成、

粒度与当地的地表生成粉尘矿物学特征及气候条件有关。因此,要特别注意非职业环境中矿物粉尘的特征要素。

当人们认识到石棉粉尘对人体健康的危害性后,就着手开发和使用石棉的代用品,并寻找天然的安全纤维。这些材料的广泛应用,势必构成矿物材料粉尘非职业环境的扩大化。由于石棉致病机理还有很多疑点,对其代用材料的安全性论证也较困难,而“Stanton”和“Pott”学说偏重物质形态而不重视物质组成和结构(特别是表面部分),更加重了人们对代用品的安全性的忧虑。的确,人们不能重复石棉的教训,应对矿物材料的安全性予以高度重视。从世界卫生组织(WHO)的系列论坛的主题可清楚地看到这一历史过程:1972年WHO召开“石棉对生物体的影响”研讨会,1979年举办了“矿物纤维对生物体的影响”专题讨论会,1982年讨论了“人造纤维对生物体的影响”,1987年探讨了“非职业环境的矿物纤维”。

探讨矿物导致的病变病理应当重视矿物自身的下列因素:持久性、溶解度、拉伸强度、表面反应性、表面结构、表面电性、表面组分及矿物的内部结构和组成,从这些因子出发去解释粉尘不同颗粒形貌所对应的众多复杂的生物反应。从这个意义上来说,任何矿物的致病机理模型如果忽视了矿物学和地球化学的因素显然是不全面的,因为导致疾病的生化过程是发生在矿物的表面或近矿物表面上的。

应当确认的是,矿物、地球化学和生物化学机理对矿物致病机理的揭示是十分重要的,这就需要趋向学科交叉以及生物学家和地质学家更紧密地合作。这个专集就是力图从这个角度做一些研究工作,目的是弥补目前对矿物的生物属性研究中的不足,进而把矿物表面特性与生物反应结合起来。

本专集是国家自然科学基金项目“生物活性矿物纤维表面介体及其活化机理研究”成果的一部分。该项目注重矿物的表面化学特性在生物效应中的作用;讨论矿物的生物持久性与矿物表面基团特性的关系;在矿物总毒性原因构成上考虑矿物纤维内外电荷、催化性质、表面活性、氧化-还原强度、化学成分以及由上述因素决定的纤维与生物作用生成的“表面介体”的物质因素,即纤维-有机活体反应机制;重视纤维的膜损伤作用和和组织中的溶解作用,联系表面官能团和自由基反应开展研究工作,目的是初步建立矿物粉尘安全评估指标体系和矿物环境分类体系;从矿物界面体系、生物膜体系重新建立新的界/膜体系,探索矿物粉尘毒性的可改造性以及对工业矿物纤维安全处理的有效途径。

该项目的部分成果已在30th IGC、17th IMA(受国家基金委和组委会资助)国际会议上进行了交流,在国内外一些杂志上发表了30余篇论文,出版的一部相关专著中已总结了1997年以前的成果,并与加拿大劳伦丁大学测试分析中心的JOHN HUANG教授、日本青森大学的K. YADA教授进行了合作和交流。项目前期还获得了日本劳动部工业卫生研究所的N. KOHYAMA教授和德国Justus-Liebig大学地质研究所G. Strubel教授提供的生物活性实验技术方面的技术资料支持。国内与华西医科大学公共卫生学院尘肺研究室、第三军医大学检验系、北京大学化学系进行了合作与交流,并在广州、昆明、北京等地的矿物材料会议上作了大会交流,取得了良好的效果。

诚然,由于经费和时间等因素的制约,很多问题还没有研究清楚,难题也不少。我们期待着更多的矿物学家加入到这个行列中来。

董发勤  
2000年5月