

第二节 土壤卫生

土壤卫生是研究土壤环境与人体健康的关系。土壤卫生是环境卫生学的组成部分，是从卫生学观点来认识土壤。土壤卫生利用土壤学、土壤生物地球化学和土壤生态学的知识，为揭示土壤环境因素的变化对人体健康影响可能产生的后果提供科学依据。

土壤卫生的研究特点在于：①视土壤与大气、水体为环境整体；②视植物性食物为联系土壤与人体的媒介；③视污染物经植物性食物摄入人体的量与总摄入量的比为土壤暴露；④视土壤公害为污染地区和定居居民自给自足的地区社会相结合的产物。前三条的依据来源于土壤环境的机能，而且引入了土壤暴露的概念及暴露的量化。最后一条的依据来源于农村型地区社会的公害病(例如痛痛病)。世界上已发生的公害病，都集中于定居性较高，有当地的固有生活习惯，而且保持着牢固经济形态和人际关系的地区。从事一次产业的农民与地区社会的结合非常密切，这些地区社会都是自给自足而很少变化。但同时存在着工业污染源，并使该地区土壤受到污染的特征。由此而造成当地人群健康危害以至于出现有代表性的公害病。

一、土壤的卫生意义

土壤作为人类生存发展的外环境基本因素之一，对人体健康和生活卫生条件有很大 的影响，其卫生意义是多方面的。

(一) 土壤和元素

地壳中几乎含有元素周期表中的所有天然元素，岩石圈和土壤中均以氧、硅、铝、铁、钙、钠、钾、镁八种元素为主要组成部分，分别占 99.64%和 96.89%，因此常称它们为常量元素或宏量元素。除上述之外的其余各种化学元素在土壤和岩石圈中大都含量甚微，一般不超过千分之几，甚至有低到十万分之几到百万分之几的，因此常称这些元素为微量元素。岩石风化所释放出来的可溶性矿质进入土壤，再被植物根系吸收利用，参与有机界物质循环。不同岩石和土壤类型的化学成分决定了地区动、植物群落及其作为人类食物的化学成分。

从整体上来讲，构成人体的各种化学元素的含量与地壳的化学组成有明显的相关(表 6—2)。人体血液中的 60 多种元素百分含量与它们在地壳中百分含量极相似。生物体中的微量元素多为酶、辅酶的组成成分，是生物维持正常生命活动和生理功能所不可缺少和不可相互代替的。

土壤以异常丰富多彩的生命物质通过食物链构成与人体进行物质交换的重要物质环境。在生物地球化学物质循环中，生命元素和地球化学元素之间保持着动态平衡。在维持生物体正常机能所必需的元素中，常量元素在一般情况下不会缺乏，而土壤中微量元素的分布却是很不均匀，存

表 6—2 人体内必需的宏量和微量元素的含量及其在地壳中的含量

微量元素	地壳 (mg/kg)	人体 (mg/kg)	宏量元素	地壳 (mg/kg)	人体 (mg/kg)
铁	50000	60	钙	36300	14000
锰	1000	0.2	钠	28300	1600
氟	700	37	硅	27720	260
铬	200	0.2	钾	25900	2000
锌	65	33	镁	20900	290

铜	45	1.0	硫	5200	2300
钴	23	0.02	磷	1180	12000
钼	1	0.1	氯	200	1400
碘	0.3	0.2			
硒	0.09	0.2			
钒	110	0.3			

在着地区间的差别。当地球化学元素的变化(不足或过多)超出人体调节适应的范围时,体内平衡遭到破坏,人们生存于病态之中,甚至发生某些生物地球化学性疾病——地方病,如碘缺乏引起的碘缺乏病,氟过多引起的地方性氟病;此外,克山病和大骨节病的分布与环境地质因素之间存在着规律性的联系,发病地区的地表易溶元素受到强烈流失。

微量元素缺乏或过多与人体疾病的关系非常密切,如铬缺乏与青少年糖尿病,镉过多与高血压病,钼过多与痛风病等。近年来从流行病学调查资料和临床、病理方面证明,心血管病的分布与微量元素的分布有一定的规律性。事实上,我们对生命必需的元素尚未全部认识,有待于进一步研究。

在人类生活的环境中,进入人体的物质是多种多样的,其中一些是人体生长发育所必需的,而有一些则是非必需的,或是有害的。无论是必需或是非必需、有害或是无害的物质,对人体健康产生的影响都有一个量的问题。因此需要明确土壤中含有的各种物质在什么浓度范围对机体是适宜的,超过什么浓度将会引起危害,可通过标准的制订来加以限制。

(二) 土壤和水

水是一种很好的溶剂,所有的无机和有机物质都能或多或少地溶解于水中。除可溶解的物质外,不溶解的悬浮物质、胶体物质和生物等均可能混入水中。当雨水、降雪或灌溉水进入土壤后,经土层渗透到地下水或沿表面流入地面水体,使水富含各种有机和无机物质。

环境卫生学的相当部分是研究水的卫生问题,对水质盐分、微量元素和有机物污染等问题的解决,需要土壤成分的知识给予解释。因此人体与土壤之间通过水发生了联系。

此外,土壤性质和地下水位状态参与气候环境因子,影响当地居民区的气候,为选择建筑地段和规划居民区所必须考虑的因素。

(三) 土壤和空气

在土壤颗粒间的孔隙中充满着土壤气体,它和大气比较,含有大量二氧化碳和少量氧气,尤其有机物在土壤中分解时,产生大量的甲烷和氢。当大气压力和土壤表面温度发生变化时,土壤气体和大气发生交流。土壤中有害气体逸出土层;弥散在人的呼吸带周围,使挖沟、掘井作业的从业人员发生中毒。土壤气体可渗入地下室、防空洞、隧道、地下铁道内,继而危害人们的健康;此外,土壤表面形成的尘土,可以污染大气,直接作用于人体的呼吸道。

(四) 土壤的放射性

地壳中存在着天然的放射性元素和放射性同位素,如铀、钍、镭、钾等。岩浆岩中放射性元素最多,冲积岩中较少。土壤中放射性元素的含量取决于由这些岩石形成的土壤。地壳元素的放射性,和宇宙线一起组成放射性本底。土壤中天然的微量放射线,对人体并不构成危害。

放射性元素进入土壤,主要是由于核爆炸的放射尘埃⁹⁰锶和¹³⁷铯随大气降雨

而降落。降雨多的地区，进入土壤中的放射尘埃就可能多些。此外，由于工业上或科研机构利用原子能所排出的液体或固体放射性废弃物造成的土壤放射性污染问题，这属于放射卫生研究的范畴。

土壤对放射性污染不能自行排除，只有靠其自然衰变。土壤中放射性物质不可避免地由土壤通过食物链而传入人体，产生内照射。还可以通过砂石、粘土制成的建筑材料对人体产生外照射。环境性电离辐射的增加，不仅损伤人体组织，还有引起放射性癌症的危险。

(五) 土壤的致癌因子

人类大多数癌症可能是环境性化学致癌物引起的。环境性致癌物之一亚硝酸胺，能在动物实验中引起许多常见于人类的肿瘤。

在土壤环境中细菌代谢引起的亚硝酸胺合成具有实际意义，因为它在任何含有硝酸盐和还原硝酸盐的微生物环境中均能发生。人工施肥的土壤中，含氮化合物经细菌的亚硝化和去亚硝化作用产生日益增多的亚硝酸盐，土壤中有一些植物或细菌代谢产生的仲胺，还有一些胺和酰胺作为农药进入土壤。土壤中大量亚硝酸盐与许多种仲胺和烷基酰胺同时存在时；在还原硝酸盐细菌作用下，能合成亚硝酸胺。实验证明，从这样土壤中生长出的农作物产品中，发现有亚硝酸胺。

二、土壤特点与土壤卫生

土壤具有独特的发展和发生过程、组成特点和形态特征，在卫生研究中必须充分考虑到这些特点。

(一) 土壤是由固相、液相、气相三相物质组成

土壤颗粒含量约占总土重的 80%~90%，与大气和水比较，流动性最小。污染物质在土壤固体介质中转移速度相对缓慢，在时间上浓度变动幅度相对地小，在空间上则集中于排放地区。由于污染的不均匀性，在土壤卫生监测时，制备混合样品很重要，应由多个原始样品组成；取样时间间隔不必过短，取样点应靠近污染源。

土壤污染的净化要比污水处理困难得多，还没有净化土壤的好办法。污染物质造成局部地区土壤化学成分的变化，破坏了局部地区生命化学元素与地球化学元素之间的动态平衡，导致发生某些地区性疾病。而致病因子则可能要追溯到当地若干年代以前排放在土壤表面或掩埋在土壤内部的有害废弃物中去寻找。

(二) 土壤中栖居着大量微生物

1g 土壤可有数千万至数百亿个微生物，因而土壤对有机物具有很大的自净能力，起着缓和与净化污染的作用。但它仅限于有限数量的生活废弃物和动植物残体等有机物。致病微生物和蠕虫卵在土壤中有一定的存活能力，重金属、难降解的农药、部分工业有机合成产品、放射性同位素等，则没有利用土壤净化处理的可能性。土壤生态系统对外界污染具有一定的容量，一旦污染量超过容量限度，土壤生态系统遭到破坏，则丧失其自净能力，导致土壤一般卫生状况的恶化。

(三) 土壤是一个粘土—矿物—有机质的复杂胶体体系

土壤颗粒直径小于 0.001mm 的微细粒子都具有胶体的性质，它包括以腐殖质为主的有机胶体和粘土矿物的无机胶体。土壤胶体的总表面积很大，所以表面能很大。胶粒具有胶核和外电层，带的电荷相反。一些两性胶体胶粒上的电荷，随酸碱度的变化而变化。土壤含胶体物质越多，表面能越大，对分子态物质的物理吸附作用也越强。胶粒越多，吸附的离子越多，与土壤溶液中离子态物质的代换吸收作用也越强。

进入土壤中各种污染物能否保持活性，取决于它们与土壤胶体结合的状态。污染物质与土壤胶体形成稳定的难溶性的“潜毒物质”，不易进入土壤溶液，而暂时退出生物循环。它们不能为一般常用溶剂所提取，所以不能被常规分析方法所检出，一旦土壤酸碱度等条件发生变化，使“潜毒物质”重新被释放出来，为植物所利用，通过食物链对人体健康产生意想不到的后果。

(四) 土壤的化学性污染对人体健康的影响是间接的、潜在的

土壤与水和大气不同，空气和水直接摄入人体，对人体健康的影响是直接的、明显的。污染土壤中有害物质对生物圈产生的毒害，则通过间接途径，从土壤进入植物或淋溶至地下水和地面水，然后进入食物链。有些毒物则通过挥发或随尘土飘浮到大气，再被人体吸入。当然，土壤也可通过直接接触传播肠道传染病和土壤性蠕虫病等。

上述这些特点说明了制定土壤卫生标准的必要性和困难性。其必要性在于没有很好的净化土壤方法，必须制定土壤中有害物质的最高容许浓度，作为控制一定面积土壤上负载各种废弃物和农药等污染物的准则。其困难性在于土壤污染对人体健康的影响是间接的、潜在的，而土壤中理化作用和生物作用又是复杂的，土壤的类型又是多样的。

人们对土壤与健康关系的认识和研究，与大气和水相比，要迟缓得多，困难得多。大气污染和水质污染已有近百年的研究历史，而土壤污染的研究则于四十余年前才开始。土壤卫生这样一个重要的问题，显然在很大程度上被忽视，往往误认土壤不像水和空气那样直接进入人体而无关紧要。环境是一个整体，大气、水体和土壤是息息相关的地理环境要素，现在污染已遍布于整个环境，污染物质在这三者之间相互转化和迁移，往往形成污染循环，一个方面的变化都可能影响到整个系统。没有卫生的土壤，不可能有符合卫生的空气、水和食物。