

环境地球化学、环境化学、环境生物无机化学的联系与区别¹⁾

张 辉 马东升

(南京大学内生金属矿床成矿机制研究国家重点实验室, 南京, 210093)

环境地球化学、环境化学和环境生物无机化学是环境科学的重要分支学科, 然而, 由于它们在研究对象上的一致性, 导致在某些方面存在重叠, 亦经常引起一些人们对它们关系的误解. 为了更好地把握这三门学科的实质、联系和区别, 对这些分支学科各自的特点、联系及区别进行分析探讨, 希望人们能够更好地运用它们为人类服务.

环境地球化学与环境化学、环境生物无机化学同属几乎是同时诞生的环境科学的边缘学科, 其渊源最早可追溯到 20 世纪 30 年代一些直接危害人体健康的环境问题的出现, 即现在泛称的世界八大公害, 促使人们从不同角度去观察、理解和思考引起这些威胁人类生存与发展的问题的现象和过程. 而当时为人们注意到的问题的实质都是某些化学物质在环境中(土壤-生物环境、大气环境、水环境)的含量由于人类活动的影响显著增加, 导致与人类生命活动过程有关的环境介质性质和功能发生了变化, 大大偏离了原先已习常的含量范围, 致使人体出现不适应症. 如 1932 年比利时马斯河谷烟雾事件, 由于空气中 SO_2 含量过高导致当地人群出现咳嗽、流泪、恶心、呕吐、胸闷直致死亡; 1953 年日本熊本水俣镇由于含 Hg 废水的排放, 引起附近海域海水中 Hg 含量增高达 $2.1\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 致使生活在该水域中的鱼类体内甲基汞含量很高, 人食用后, 导致口齿不清、面部痴呆、全身麻木, 最后精神失常而死亡; 等等. 这些共同特点决定了当时尚不存在的新学科——环境地球化学、环境化学、环境生物无机化学生长点的基础——其他有关学科与化学交叉. 继之, 全球范围内随着人类生产和生活规模的扩大所发生的许多环境公害事件之严重程度已远远超过八大公害, 使该领域的研究和探索变得日趋迫切和重要, 客观上对这些学科的发展提出了要求. 而六十年代美国生物学家雷切尔-卡尔森的纪实性科学小说《寂静的春天》的面世、七十年代初第一次全球规模的斯德哥尔摩环境大会的召开, 正式在全世界范围内就环境问题向人类敲响了警钟, 使整个社会公众和各国政府都大大地强化了环境科学意义上的环境意识, 使更多的人开始认识到环境问题是伴随人类生产和生活而产生的受人类影响的自然过程, 而非从前对环境仅仅是整洁、美观、卫生等意义上的理解. 在此背景下, 极大地促进了环境地球化学、环境化学与环境生物无机化学的发展, 从而使这些新兴学科产生了从萌芽到形成独立的学科体系的飞跃. 然而, 由于这些学科毕竟都非常年轻和其研究对象——人类自然环境本身的复杂性, 它们各自目前还尚没有形成统一的或说是—致的定义, 但是已经逐步确立了各具

1) 国家自然科学基金(49863001)资助项目.

特色的基本概念、基本理论和基本研究方法体系，已经各自发展成为独立的学科。

环境地球化学，是研究环境中化学物质（天然的和人为释放的）的迁移转化规律及其与环境质量和人类健康关系的学科，包括如下三方面的内容：

1 人类环境的地球化学性质

从地球化学角度，人类赖以生存的地球表面环境可区分为四个地球化学系统，即表层岩石圈系统、大气系统、水系统、土壤-生物系统。这些系统是在地质历史过程中逐步演化和依次产生的。它们的化学性质不断地发生变化，尤其到了近代，人类用自己强大的技术力量使其变化的速度与强度大大加剧，对人类环境质量产生了严重影响。环境地球化学的重要任务之一在于及时地研究现代环境之化学变化的过程和趋势，在原来地球化学的基础上，更加深入地研究组成人类环境的各个系统的地球化学性质。

2 污染物质在环境中的迁移转化规律

人为散发到环境中的污染物质在环境中不是固定不变的，而是不断地发生着空间位置的移动和存在形态的转化。而同一物质不同的化学形态，在环境中体现出的生物效应不同。在具体环境中，污染物的存在形态决定于环境的地球化学条件，如环境的酸碱条件、氧化还原条件、环境中胶体的种类和数量、环境中有机质的数量和性质等。地球化学研究表明，地球表面的每一特定地区均有其特有的地球化学条件和性质，运用地球化学的原理和方法能够较好地阐明污染物质在环境中的迁移转化规律。有助于评价环境质量、预测环境质量变化趋势；有助于了解自然界对污染物质的同化能力和承纳量，合理地利用自然净化能力；有助于制定环境质量和制定改造已被污染了的环境的措施。

3 环境中与生命有关的化学物质对生物体和人体健康的影响

环境地球化学不仅研究现代环境化学组成的变化与生物体、人体化学组成和人类健康的联系，而且在更广阔的地质背景上研究宇宙元素、地表元素、海洋元素和生命元素之间的关系，研究生命过程的地球化学演化等问题。环境地球化学的研究方法，为现场调查法与实验室模拟。现代分析测试技术的应用是环境地球化学研究的基础。

环境化学，按照我国“自然科学学科发展战略研究报告：环境化学”一书提出的定义，“是一门研究潜在有害化学物质在环境介质中的存在、行为、效应（生态效应、人体健康效应以及其它环境效应）以及减少或消除其产生的科学”。它的研究内容包括：

(1) 化学污染物在环境中的含量和污染程度。其不仅要对其污染物进行定量检测，而且还要对其在环境中的毒害性和对环境的影响作出鉴定。

(2) 研究化学污染物在环境中的迁移、转化和归宿，特别是污染物在环境中的积累、相互作用机制和生物效应等，包括化学污染物致畸、致突变、致癌作用机理，化学物质的结构与毒性之间的相关关系，各种污染物在食物链传递过程中的生化过程等。

环境化学的研究方法以化学方法为主，亦借鉴生物学、医学、地学的思路和手段，因而环境化学的发展本身即推动这些学科与环境化学的相互渗透和交叉。

环境生物无机化学是用无机化学，特别是配位化学的理论和方法，去研究和阐明参与生物体（尤其是人体）中化学反应的痕量元素（特别是痕量金属元素）所起的作用及它们同生物功能之间的相互关系的一门科学。它的研究内容主要有：

(1) 研究人体以及其他生物体究竟需要哪些痕量金属元素和痕量非金属元素，它们

在各种器官组织中的分布状况、存在形态、作用机理和功能以及最合适的摄取量等。

(2) 研究地球化学环境,特别是工业金属元素的污染对人类健康的影响,阐明污染元素使人体中毒和致病的机理。

(3) 探讨一些常见疾病(如动脉粥样硬化、高血压、癌症等)的发病与某些金属元素或非金属元素之间的关系,并研究怎样调节和控制这些元素,防止病变的发生。

(4) 合成新的药物和研究药理。

(5) 研究金属离子与生物配体(如氨基酸、小肽、多肽、蛋白质、核酸、卟啉等)所组成的配位化合物或人工合成其中某些模拟化合物,揭示其结构、性质与生物功能之间的关系。

生物无机化学的主要任务是研究对生命有重要意义的无机元素在生命过程中的作用,其研究方法以化学方法为主,研究内容从不同角度去进行探索。运用较多的是分析化学、物理化学、配位化学等学科的一般研究方法。一定程度上环境生物无机化学相对于前两门学科是以实验室工作为其特色,重点研究与无机元素有关的生物活性物质的结构-性质-活性间的关系,以及它们在生物体内环境中所参与的反应的机理。

从环境地球化学、环境化学和环境生物无机化学的研究内容不难看出,它们都是以人类环境自然组成方面为基本研究对象,从不同侧面对其进行旨在保护环境、保护人类和不断改善人类生存环境的研究,过程中体现出了各自的特色。因此,也正是出于这一原因,使得这几门学科不可避免地某些方面出现重叠,这是学科发展的正常现象。

概括起来,环境地球化学在研究污染物质的迁移转化规律方面,与环境化学有一定的重叠性,在研究地球化学过程与生命过程之间的联系方面,与环境生物无机化学有一定的重叠性。环境地球化学与他们的区别在于,后两门学科从微观方面,即环境化学是从物质结构和反应机制方面来揭示污染物质在环境中的运动、变化过程,环境生物无机化学是从生命体内的物质结构和生理功能的关系方面揭示生命与环境之间的内在本质联系,而环境地球化学则侧重于从宏观方面,一定程度上从宏观与微观两方面相结合,来揭示污染物质在全环境中的转移,循环和分布,来揭示生命过程与地球化学过程之间的联系,并将此两方面的问题放在作为行星的地球物质演化的总背景上进行考察。

上述三门学科是主要的从物质组分角度去研究人类环境的环境科学的分支学科。概略地看,环境地球化学是以化学元素在自然界的循环为主线,强调自然界环境现象的发生机制和演化规律,理论性较强;环境化学则侧重于针对具体环境问题的现实危害性,以具体问题具体解决原理和方法的研究见长;而生物无机化学则主要强调生命过程与环境中化学元素的相关规律性,以揭示环境中无机化学元素在生命过程中的功能与作用为特点。它们在其各具特色的发展方向上各自都起着为人类深入认识和理解环境问题,有效地预防和治理环境污染的独特的、不可或缺的作用。由于其极广阔的应用前景和越来越显重要的实用意义,它们都有着巨大的发展潜力,必将会对人类社会可持续发展起到日益重要的作用,过程中亦会使环境地球化学、环境化学、环境生物无机化学不断得到丰富和完善,将更好地为人类服务。因此,此三门学科的前景都无限光明。