



·地球科学与环境科学·

地球化学背景与生态环境综合治理新思路

潘爱芳^{1,2}, 赫英¹, 马润勇³, 刘淑文³

(1. 西北大学地质学系, 陕西西安 710069; 2. 西安建筑科技大学理学院, 陕西西安 710055; 3. 长安大学地质工程与测绘工程学院, 陕西西安 710054)

摘要:目的 利用地壳元素分布特征与动植物体内微量元素含量间的关系, 指导生态环境综合治理。方法 借助已有的基础地球化学资料, 揭示岩石、土壤中微量元素地球化学特征与经济作物、地方病之间的关系, 寻求内在规律, 圈定关系区、建立相关数据库信息系统。结果 中国地方病的分布与基岩出露程度、地表剥蚀程度、森林发育状况、相关元素的运移富集等因素密切相关; 特色经济作物与岩石、土壤中微量元素的含量具有正相关关系。结论 利用动植物体内微量元素含量与地壳元素分布特征间的关系及其相关信息库, 可指导经济作物的开发、预防地方病的发生, 促进生态环境的综合治理与经济可持续发展。

关键词:地球化学; 经济作物; 地方病; 综合治理; 可持续发展

中图分类号: P595 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-274 X (2004) 01-0085-05

陕西省分布有种类繁多、国内外知名的经济作物, 同时也是一个地方病多发的省份。导致这一结果的主要原因是, 在特定的地球化学背景场与生态环境相互作用下, 相应地区内具优势特性的微量元素以水为载体, 在从岩石到土壤的迁移过程中富集于各种植物之内, 并直接或间接地被人体吸收所致。不同介质中的元素含量、赋存状态及其迁移方式的差异, 决定了区域生态环境中的生物地球化学特点, 也决定了人们膳食中各种微量元素的摄入量。例如, 青海人 K 的摄入量居全国之首, 新疆人 Se 摄入量在国内处于较高的水平^[1]。这些都是由于当地的岩石和土壤中 K, Se 含量较高而造成的。近年来, 岩石和土壤中各种微量元素的地球化学特征, 对经济作物、人体、环境的影响已逐渐为人们所认识, 并引起广泛重视, 但研究尚处于初始阶段, 与人文、地理、环境相结合而开展的研究工作做得更少。以陕西省为例, 陕北、关中、陕南 3 个地区岩石和土壤的地球化学特征差异很大, 再加上不同特点的人文、地理、环境、气候等因素的影响, 使 3 个地区的人口

素质差别非常大, 从而制约了陕西经济的发展。开展不同地区岩石、土壤地球化学特征与经济作物、人体、环境之间关系的研究, 对指导我省生态农业发展、生态林业建设、经济作物开发以及地方病的预防具有重要意义。

1 我国地方病区域性分布特征

以克山病(又称生物地球化学疾病^[2])为例, 病区有规律地分布在从东北到西南的一条北东向较宽的区带范围内。尽管在这个区带内自然环境有较大的差异, 但克山病发病特征却具有相似性。中国克山病生态环境以温带(包括暖温带)森林和森林草原土型为中轴, 而在此带的东南和西北两侧则未见此病, 区域上构成一个病带和两个非病带的分布特点。病带内并不是任何地区都发病, 一些大型冲积平原, 如松辽平原、黄淮平原、渭河平原、成都平原一般无克山病发生, 属于病带内的非发病区, 在一些大的黄土塬上病情也比较轻。病带内, 克山病主要分

收稿日期: 2002-06-19

基金项目: 国家重点研究基金资助项目(G1999043211)

作者简介: 潘爱芳(1962-), 女, 河南叶县人, 西北大学博士生, 高级工程师, 从事油层伤害研究。

布在各种山丘、岗地和一些小型盆地或小平原上^[3],地貌上与东北向流水侵蚀山地基本吻合,地势上位于高原与平原的过渡地带。病区内以本地生产的粮食为主要食物来源的农业户,又是疾病易发人群。因此,克山病似乎与基岩出露程度、地表剥蚀程度、森林发育状况、相关元素的运移富集等因素密切相关。

以砷中毒为例,内蒙古地方性砷中毒具有区域“暴发”流行特点,全区有 5 片砷中毒病区,从东向西呈不连续带状分布,这与局部的有机沉积环境有关,与盆地的沉降中心带相一致^[4]。通过山西省大同盆地砷中毒区的环境地球化学调查,对病区环境中砷的来源、价态及迁移、富集、转化规律研究结果表明,盆地周边岩石、煤系地层为富砷岩系,构成砷的原生物源,第四系含水层、湖冲积物中的次生富砷储集层,成为水砷的直接来源^[5]。

2 地方病和岩石、土壤中微量元素含量的关系

2.1 氟中毒

现已初步查明地方性氟病是分布十分广泛的一种地球化学性疾病,涉及全世界 50 多个国家和地区^[2],中国是受害较重的国家之一,除上海市外,几乎所有的省、市、自治区都有氟病发生。综合各地调查,可将我国氟中毒区划归为水源型、污染型和天然食物型病区 3 种类型,个别也有两种或两种以上同时存在的复合型病区。其中,水源型病比较多见,患病数约占总患数的 91% 以上。关于氟中毒的主要原因,多数专家认为,由于我国黄河以北很多地区高氟岩矿层广泛裸露,经过长期的风化淋溶,氟化物在低洼处或水流域内蓄积,形成高氟浅层地下水所致^[2]。笔者以为,如果从环境地球化学角度分析,

氟中毒与岩石、土壤的地球化学背景密切相关,并无水源型病区和天然食物型病区之分。

2.2 克山病

克山病有生物性病因和非生物性病因两种。后者通常称为水土病因,或称为生物地球化学病因,是由病区生态环境中化学物质异常所致。非生物病因又分为中毒性因素,主要指环境中所含的有机物、亚硝酸盐或其他化学元素等过多引起的中毒;另一种为缺乏性因素,主要指硒和钼缺乏以及饮食中某些化学元素的缺乏或不平衡而发病。20 世纪 60 年代以来,在非生物性方面进行了多学科的广泛合作,从内外环境中进行了系统的采样,并分析了多种化学元素。由此,发现多种环境化学因素(如硒、钼、镁、锌、水中有有机物、膳食组成等)与克山病的发生有不同程度的相关性,其中以低硒环境的影响受到最普遍的关注。现已初步证明,中国存在一个低硒的生态区带,与克山病带的分布基本吻合,同时,硒制剂预防急型和亚急型克山病的效果已得到了公认。因此,多数人认为低硒环境是克山病发病的重要因素之一。表 1 为我国部分克山病区、大骨节病区环境样品及人发中的硒含量值,可见大骨节病与克山病均位于低硒地带。当然,有些病区还不能单纯用缺硒来解释,即缺硒可能不是惟一的因素。例如:陕西铜川到宝鸡西北一带的 $Se < 70 \text{ ng/g}$,虽硒含量较低,而患病率 $< 0.5\%$;铜川到延安一代 $Se = 70 \sim 110 \text{ ng/g}$,虽硒含量较高,患病率却高达 0.5% 以上^[2]。研究中还发现,同样是富硒地区,有些地区发病率很高,而另一些地区发病率却不高,甚至还有不发病的地区。显然,这些不发病的地区应存在某种制约发病的因素。从元素地球化学亲和关系来分析,可能是某些元素组合具有制约发病的机制,那么制约发病的元素组合是什么呢?

表 1 我国克山病区、大骨节病区环境样品及人发中硒含量^[6]

Tab. 1 Selenium content in environmental samples and human hair in the Keshan and Kaschin-Beck disease district

区带	$\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$				
	土壤	玉米	水稻	小麦	人发
西北相对高硒带(无病)	0.19(79)	0.049 5(69)	0.087 3(25)	0.106 2(157)	0.37(371)
中部低硒带	0.13(80)	0.016 1(230)	0.021 9(120)	0.020 1(27)	0.129(1412)
克山病大骨节病混合区	0.17(5)	0.014 1(8)	0.012 6(5)	0.014 0(56)	
纯克山病区	0.09(16)	0.013 4(55)	0.011 4(51)	0.018 5(72)	0.085(815)
纯大骨节病区	0.09(15)	0.009 7(3)		0.010 9(27)	
非病区	0.09(23)	0.019 9(91)	0.031 0(64)	0.026 3(117)	0.1 87(597)
东南相对高硒带(无病)	0.23(77)	0.053 4(16)	0.063 7(256)	0.051 9(71)	0.378(245)

2.3 地方性甲状腺病

缺碘或高碘是地方性甲状腺病发生的重要因素。现已证明,除了碘外,木薯、玉米、甘薯中生氰葡萄糖甙、十字花科植物中的硫氰和异硫氰化合物都有致甲状腺肿大的作用,被称为致甲状腺肿物质。通常,一个地区内水、土壤、农作物之间的碘含量具有正相关性,与甲状腺病的患病率密切相关。表 2 是光泽县华萨乡地方性甲状腺病调查报告中所得到的结果。从表 2 可看出,患病率与水、土中含碘量为负相关,本病的病因主要是缺碘环境所造成的,但不是惟一的因素,因为在个别不缺碘地区也可出现此病。在化学元素方面,钙、镁、氟、锂及硝酸盐等也可能与地方性甲状腺病有关^[2]。

表 2 地方性甲状腺患病率与水、土中碘含量的关系
Tab. 2 Relations between endemic goiter and iodine content in water and soil

水中含碘/ $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	土壤含碘/ $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	患病率/%
0.003 ~ 0.004	1.957	< 10
0.002 ~ 0.003	0.267	10 ~ 50
0.001 ~ 0.002	0.120	> 50

3 经济作物和岩石、土壤微量元素含量的关系

某些有毒金属(如镉、铅、铝等)对癌病变有一定的抑制作用,还可增强维生素 E 的抗氧化等作用,有利于抑制动脉损伤、心肌梗塞等现象的发生。因此,含有这些元素的植物对相关的病症具有治疗作用。中医学认为黄芪具有补气扶正作用,现代已经认识到这种作用与其含硒量密切相关,优质黄芪正是土壤富硒地区的地道药材^[7]。对不同地区的黄芪分析发现^[8]:野生黑龙江黄芪的含硒量高达 $0.26\mu\text{g}/\text{g}$,比其他产地的都高;黑龙江是克山病和大骨节病的多发区,主要是土壤缺硒造成的,然而同在黑龙江却有富硒土壤能盛产优质黄芪,不能不引人深思。这正是由于某地区硒的富集导致了相邻地区硒的贫化,而出现甲地盛产硒含量很高的优质黄芪等经济作物,而其相邻的乙地却由于缺硒可能导致地方病流行。

名茶产于酸性、高钾、高硅及 Zn, B, Cu 有效含量高的土壤中;优质烟草多产于中性、碳酸钙含量低、高钾及 Zn, Cu, B, Mn 有效含量高的土壤;许多中草药的生长地域都有其特殊的要求,中医用药时常选用辽宁的五味子、青海的大黄、西藏的红花、杭

州的白菊。这一切除了气候因素外,更重要的是各地区土壤中微量元素含量不同,所生长出的药材疗效也大不相同。我国著名地球化学家谢学锦院士发现,铜草生长的地方往往有铜矿富集,从而将铜草作为铜的一个重要的找矿标志之一。这说明植物生长发育类型、特征与岩石、土壤中元素含量有着不可分割的关系。

采用富集系数对相同土壤类型上生长的不同树种、不同土壤类型上生长的同一树种及不同土壤类型上生长的不同树种中的 18 种元素富集情况进行的研究^[9]结果表明,土壤中元素的含量对植物的生长和植物类型具有重要的影响。

铬是人体必需的微量元素,三价铬协助胰岛素发挥生物作用,为糖和胆固醇代谢所必需的。为了研究岩石→土壤→植物及人体中铬的迁移规律,开发富铬食品,1995 年对陕南某富铬区的环境地球化学研究表明,铬的分布与岩石性质有关,通常沉积岩中含有较多的铬。铬在磷灰岩、铁矾土和由超基性岩变质而形成的菱铁矿中容易富集。土壤中的铬主要来源于成土母岩,并因成土母岩类型不同而含量差异很大。陕南富铬区土壤中的全铬含量,明显高于全国各地土壤的铬含量。陕南这一富铬区确实存在岩石→土壤→植物→人体富铬的食物链。在这一食物链中,天然富铬植物为我们开发富三价铬食品提供了丰富的原料^[10]。

4 利用已有地球化学资料指导地方病的预防和经济作物的开发

与 F, I, Se, As 等相关的地方病在中国较为普遍,目前国内外对岩溶地区地方性氟中毒已有较多的研究,并已认识到地方性氟中毒的发生与区域地质地球化学特征有关。例如,对茨冲地方性氟病区不同地球化学环境中氟的分布、迁移转化研究发现,该区高氟燃煤污染和富氟岩土是导致产生地方性氟病的地质原因,病区内岩石和煤中的含氟量是地壳中同类岩石和煤中的 2 ~ 13 倍,特别是病区煤中含氟量是地壳中煤平均含氟量的 13 倍^[11]。目前,对氟病的研究程度比其他地方病的研究程度高,但迄今为止,对岩、土、水系统中氟环境地球化学特征及其作用机理等问题仍不很清楚。因此,研究岩、土、水系统中元素迁移和富集的地球化学规律及作用机理具有重要意义。

目前,对大气、水体和农作物的环境化学研究已在进行,但是由于样品采集面积小、点位稀、分析元

素单一,难以有一个区域上的系统认识,而地方病发生和经济作物生长均有区域性特征。元素间组合关系,大气、水体和土壤与岩石中微量元素间的含量关系,元素的迁移分布规律,及其与经济作物、人体健康、环境之间关系的研究做得还较少。在对土壤中重金属环境化学行为的研究中,对其在土壤系统中的形态、转化及生物可吸收性进行了重点研究,近年来多项基金项目也对土壤-水-生物体中 Pb, Cd, Hg 和稀土等元素的环境行为进行了研究。但是,由于受到人力、物力、财力的制约,大面积区域性的研究还未见报道,使岩石、土壤、生物体中元素地球化学场的概念无法完善,从而制约了元素的整体特征与局部特征及其与经济作物、人体健康、环境之间关系的研究。

事实上,如果从最初样品采集、样品分析、数理统计到图件绘制等基础工作做起,研究区域地球化学场与经济作物、人体健康、环境之间的关系,无疑要花费大量的人力、物力和财力。目前,国家在基础地球化学调查项目中投入了近 10 亿元的资金,全国范围内 1: 20 万基础地球化学调查已接近尾声,在所有的调查区中均以不同的侧面,进行了岩石、土壤、水系沉积物测量,所有样品均定量分析了 33 ~ 42 个元素不等。其中,包括了对环境影响极大的 Cu, Pb, Hg, As, Zn, Cd, Cr, F 及稀有稀土放射性元素等,并编制了地球化学图和说明书,部分特殊地区还进行了 1: 5 万地球化学测量和水化学测量,前期的样品采集和样品分析等需要大量投入人力、物力的工作在全国范围已基本完成。目前,这些资料大多用于地质找矿和矿产资源评价,在生态环境综合治理中的系统研究和利用还做得很少,如能充分利用这些已有资料,采用区域性的研究与典型地区研究相结合,把与人体健康、经济作物开发、生态环境治理之间有密切关系的地球化场特征研究清楚,有针对性地做出相关评价,提出建设性的结论,就会省时、省力、省资金、见效快,同时可取得前缘性的科研成果,也会带来良好的经济效益和社会效益。

5 结 论

1) 借助基础地球化学调查已取得的资料,通过区域性研究,找出地方病与区域地球化学场的关系,进而达到建立地方病与岩石、土壤中元素含量的关系档案,对地方病做到提前发现、提前预防、有的放

矢,达到综合治理的目的。

2) 通过对地球化学场、地方病分布区及其与经济作物天然分布区之间关系的研究,探索基础地球化学调查资料在人体健康、经济作物开发、生态环境综合治理方面的利用模式,建立微量元素的岩石地球化学、土壤地球化学、水地球化学与动植物微量元素化学信息系统,圈定关系区、建立相关信息数据库,实现指导经济作物的开发,预防地方病的发生,进行生态环境的综合治理,促进经济可持续发展,确保生物体健康。

3) 通过对微量元素在岩石、水、土壤到动植物和人体迁移循环过程中不同介质内的含量及其分布规律的研究,将岩石圈、水圈、大气圈、生物圈中的主要环节有机地结合起来,达到治理环境、促进工农业生产、提高人们身体健康的目的,以实现人与自然的协同发展,提高人口的总体素质,加快经济建设步伐。

参 考 文 献:

- [1] 李家熙,吴功建,黄怀曾,等. 区域地球化学特征及其农业和健康效应[J]. 第四纪研究,1999,(3):225-230.
- [2] 中华人民共和国地方病与环境图集编纂委员会. 中华人民共和国地方病与环境图集[Z]. 北京:科学出版社,1989. 25-48.
- [3] 林乾良. 中药[M]. 上海:上海科学技术出版社,1992. 375-379.
- [4] 林年丰,汤 洁,卞建民. 内蒙古砷中毒病区环境地球化学特征研究[J]. 世界地质,1999,(2):83-88.
- [5] 王敬华,赵伦山,吴悦斌. 山西山阴、应县一带砷中毒区砷的环境地球化学研究[J]. 现代地质,1998,(2):243-248.
- [6] 谭见安. 环境硒及其复合因子大骨节病[J]. 环境科学学报,1987,7(1):6-10.
- [7] 傅永怀. 微量元素与临床[M]. 北京:中国医药科技出版社,1997. 87-88.
- [8] 何康明. 中草药[M]. 北京:农业出版社,1985.
- [9] 陈逸珺,钱君龙,戴乐美,等. 树木元素富集与树种及土壤类型关系的初步研究[J]. 南京大学学报(自然科学版),1999,35(2):162-168.
- [10] 李以暖,季金法,杨萌跃,等. 陕南富铬区环境地球化学研究[J]. 有色金属矿产与勘查,1997,(3):176-179.
- [11] 李明琴,陈笑媛. 水城茨冲地方性氟病与氟环境地球化学关系[J]. 贵州工业大学学报(自然科学版),1997,(2):92-95.

(编辑 张银玲)

New idea on the geochemistry background and comprehensive harnessing of ecological environment

PAN Ai-fang^{1,2}, HE Ying¹, MA Run-yong³, LIU Shu-wen³

(1. Department of Geology, Northwest University, Xi'an 710069, China; 2. Institute of Sciences, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710055, China; 3. School of Geological Engineering and Surveying Engineering, Chang'an University, Xi'an 710054, China)

Abstract; Aim Utilizing the relativity between the feature of the element distribution in crust and the micro-element content in flora and fauna, directions for comprehensive harnessing of ecological environment is given. **Methods** Reveal the relations between the economic plants, endemic disease and geochemical field of rock and soil micro-element with the aid of existing geochemical data, and seek the internal relations and regularity, establish incidence zone and the information system of correlation data base. **Results** The distribution of endemics relate closely to the naked degrees and enudation degrees of basement rock, the growth degrees of forest cover and the enrichment degrees of the correlative elements; the economic plants with the local features relate closely to the micronutrients in rock and soil. **Conclusion** Utilizing the information system, it is possible to guide the development of the economic plants, prevent the endemic disease, ensure sustainable development of economy and comprehensive harnessing of ecological environment.

Key words: geochemistry; economic plants; endemics; comprehensive harnessing; sustainable development

· 学术动态 ·

中国高校自然科学学报研究会常务理事会在哈尔滨工业大学举行

中国高校自然科学学报研究会 4 届 7 次常务理事会议于 2003 年 8 月 8 日~12 日在哈尔滨工业大学召开。35 位常务理事以及本会特邀的南京大学、同济大学、浙江大学、西北工业大学等学报编辑部的负责同志与会。常务理事、教育部科技司付恒升处长以及科技司邓久华、王晶同志到会指导。会议由理事长陈浩元编审主持,研究会副理事长、本刊主编姚远编审出席会议。会议总结了前一阶段的工作,研究了“三优”(优秀学报、优秀编辑、优秀编辑学论著)评比问题和第 9 次学术年会等事宜。

4 届 7 次常务理事会议还讨论了创办“中国高校学术期刊文摘系列刊”的有关事宜。会议认为,高等教育出版社提出利用现有高校自然科学学报资源,以二次全文文献的形式出版“中国高校学术期刊文摘系列刊”,对扩大高校学报的学术影响、更好地宣传高校科研成果、提高学报乃至高校的学术地位是有很大好处的,与本会一贯探索并倡导的学报改革思路是一致的。与会常务理事普遍认为,本会应积极落实教育部领导的指示精神,按照科技司的统一部署,大力支持高等教育出版社的工作,参与筹办“中国高校学术期刊文摘系列刊”。会议期间,召开了理事长办公会,初步研究了教育部“全国高校科技期刊工作会议”的筹备方案。教育部将于 2004 年初召开首次高校科技期刊的工作会议,主要议题是总结高校自然科学学报所取得的成绩及经验,研究高校自然科学学报面临的主要问题,提出高校自然科学学报的改革与发展方向、目标。会议的部分筹备工作由教育部科技司委托本研究会进行。

(薛 鲍)