

文章编号: 0254-5357(2007)04-0328-03

河套地区盐碱化和砷氟中毒问题探讨

王喜宽^{1,2}, 黄增芳², 赵锁志^{1,2}, 苏美霞², 李世宝², 张青², 王忠²

(1. 中国地质大学(北京)地球科学学院, 北京 100083;

2. 内蒙古自治区地质调查院, 内蒙古 呼和浩特 010020)

摘要: 内蒙古河套地区多目标地球化学调查表明, 河套地区总体上为无公害、绿色土地。作为我国北方重要的粮食生产基地可以为全国生产出优质的绿色产品, 但河套地区也具有比较严重的生态地球化学问题, 首先是土壤的盐渍化制约了河套地区农业的发展, 其次是全区以砷氟中毒为主的地方病比较严重, 极大地影响了该区人民的身体健康。此外, 包钢尾矿坝作为一个局部性的生态问题, 对包头市民产生重大的影响, 对其周围的居民身体健康造成严重危害。

关键词: 生态地球化学特征; 盐渍化; 砷氟中毒; 河套地区

中图分类号: P596; O613.63; O613.41 **文献标识码:** B

A Preliminary Study on Soil Salification and Arseniasis-Fluorosis in Hetao Area

WANG Xi-kuan^{1,2}, HUANG Zeng-fang², ZHAO Suo-zhi^{1,2},
SU Mei-xia², LI Shi-bao², ZHANG Qing², WANG Zhong²

(1. School of Geosciences, China University of Geosciences, Beijing 100083, China;

2. Institute of Regional Geological Survey of Inner Mongolia Autonomous, Huhhot 010020, China)

Abstract: The results from regional eco-geochemical survey in Hetao area of Inner Mongolia indicate that Hetao area, in general, is still a nuisance-free area. As an important grain production base of North China, Hetao area can provide high-grade farm products. But there are some serious eco-geochemical problems including soil salification, which restricts regional agricultural development, and endemic diseases of arseniasis and fluorosis, which badly affect the human health. Moreover, as a local eco-environmental problem, huge amounts of tailings from Baotou steel plant produce serious harm to the local people.

Key words: eco-geochemical characteristic; salification; arseniasis and fluorosis; Hetao area

1 概况

内蒙古河套地区位于内蒙古自治区中部, 是内蒙古工业化发展最快的地区, 也是全区的政治、经济、文化中心。呼和浩特市、包头市、鄂尔多斯市以及巴彦淖尔市四市总面积约 19.78 万 km², 约占全区总面积的 16.76%, 而经济总量占据了全区国民生产总值的一半以上。

2003 年, 内蒙古自治区人民政府和国土资源部中国地质调查局决定在内蒙古河套地区约 3.2 万 km² 的面积内开展生态地球化学调查项目。生态地球化学调查项目是基础性、公益性的地质调查项目, 主要目标是通过开展内蒙古河套农业经济区生态地球化学调查, 实施多目标合作地质填图计划, 为该地区社会经济发展和规划提供依据。

2 采样和测试分析

根据多目标区域地球化学调查规范^[1]要求, 内蒙古河套地区多目标地球化学调查按照表层 1 km² 采集 1 件土壤样品, 深层 4 km² 采集 1 件土壤样品完成了全区土壤(含湖泊沉积物)表层和深层 3.2 万 km² 的采样工作, 共采集表层土壤样品 31 593 件, 采集深层土壤样品 7 696 件; 按每 16 km² 采集 1 点的采样密度, 完成了全区 3.2 万 km² 的水地球化学调查工作, 采集 2004 件样品。

表层土壤按 4 km² 组合 1 件样品测试分析 7937 件, 深层土壤按 16 km² 组合 1 件样品测试分析 2 110 件, 分析指标共 54 项。水地球化学样品 2004 件, 分析指标 21 项。

收稿日期: 2007-01-10; 修订日期: 2007-03-15

基金项目: 国土资源地质大调查——内蒙古河套农业经济区生态地球化学调查项目资助(200414200005)

作者简介: 王喜宽(1969-)男, 内蒙古呼和浩特市人, 在读博士, 高级工程师, 长期从事勘查地球化学工作。E-mail: nmgwsk@126.com。

3 结果与讨论

根据目前已有资料与全国其他地区相比较,内蒙古河套地区虽然是内蒙古自治区工业化发展最快的地区,但土壤中重金属含量除极个别工业区之外均处于绿色无污染的环境下。河套地区也有其自身特殊的特点,存在比较严重的生态问题,以下就此进行分析探讨。

3.1 盐碱化问题

盐碱化是河套地区重要的区域生态地球化学问题,而盐碱化的主要地球化学标志是Cl、S元素的富集,从表1和表2可以看出,Cl、S在深层和表层土壤中均存在富集的现象,而且表层比深层含量更高,元素更为富集。

表1 河套地区深层土壤Cl、S、As、F元素含量特征值^①

Table 1 The element content eigenvalues of Cl, S, As and F in deep layer of soils from Hetao area

元素	原始数据统计(N=8011)					剔除异常值统计				
	$w_B/(mg \cdot kg^{-1})$					n	$w_B/(mg \cdot kg^{-1})$			
	\bar{x}	s	x_{min}	x_{max}	CV		\bar{x}	s	CV	
S	233.13	506.13	29	15697	2.17	2059	207.01	161.67	0.78	
Cl	382.43	438.55	62	6061	1.15	2034	338.48	241.93	0.71	
As	9.73	3.995	0.85	65.73	0.41	2069	9.61	3.51	0.37	
F	481.76	163.04	106	2698	0.34	2062	478.72	151.13	0.32	

① \bar{x} 为平均值; s 为标准偏差; CV 为变异系数; x_{min} 、 x_{max} 分别为最小值、最大值; N、n 为样本数。

表2 河套地区表层土壤Cl、S、As、F元素含量特征值^①

Table 2 The element content eigenvalues of Cl, S, As and F in the surface layer of soils from Hetao area

元素	原始数据统计(N=8011)					剔除异常值统计				
	$w_B/(mg \cdot kg^{-1})$					n	$w_B/(mg \cdot kg^{-1})$			
	\bar{x}	s	x_{min}	x_{max}	CV		\bar{x}	s	CV	
S	437.73	936.41	28	34096	2.14	7881	363.4	375.64	1.03	
Cl	601.11	905.77	37	12897	1.51	7815	507.9	591.38	1.16	
As	9.71	3.50	2.84	62.96	0.36	7972	9.68	3.40	0.35	
F	509.7	1526.5	140	133650	2.99	7980	489.9	182.21	0.37	

① 各参数含义同表1。

从浅层地下水分析结果(表3)可见,Cl元素在地下水中分布极不均匀。根据Cl元素浅层地下水地球化学图发现,Cl主要沿黄河两岸、黄河古河道以及地下水滞留区存在高值区。土壤中深层土壤含量低于表层土壤,高值区分布面积也是小于表层土壤,深层区只在个别地区分布,而表层土壤中明显积聚,分布范围除了与黄河有关外,其他地区也有分布,这说明河套地区深部沿黄河两岸、古黄河古道以及地下水滞留区存在高盐地下水区域,沿黄河两岸、黄河古道以及地下水滞留区本身就是高盐区,是土壤盐碱化的基础。表层土壤中富集盐分与河套地区气候有紧密关系,河套地区降水量较少,蒸发量巨大,加之黄河水的灌溉而多余的灌溉水又不能及时排泄,使水分大量蒸发,造成地表盐类的积聚,形成土壤的次生盐渍化。

从实际调查结果来看,凡是有Cl元素的高值区全部是盐碱化强烈区,利用Cl元素可以进行河套地区盐碱化程度与范围的确定。盐碱化严重影响了河套地区农业的发展,制约了河套地区农民的增收。

表3 河套地区地下水中As、Cl、F元素含量特征值^①

Table 3 The element content eigenvalues of As, Cl and F in the ground water from Hetao area

元素	原始数据统计						剔除异常值统计					
	n	ρ_B				CV	n	ρ_B				
		\bar{x}	s	x_{min}	x_{max}			\bar{x}	s	CV		
As	1998	4.30	7.21	0.5	1124	1.35	1998	4.30	7.21	1.35		
Cl	2005	116.14	4.25	5.5	39999	0.30	2002	115.20	4.19	0.27		
F	2005	1014.69	1.68	300	22500	0.08	1964	975.25	1.56	0.06		

① 各参数含义同表1; 数据单位: Cl为mg/L, As、F为 $\mu g/L$ 。

3.2 氟砷中毒问题

河套地区的氟砷中毒也是区域性的重大问题。在浅层地下水调查中发现了大面积的As、F异常,其中F异常主要与古湖泊、古河道以及白垩系地层分布范围一致,也有部分地区与现代工业污染有关,还有与其他小湖泊有关。

3.2.1 氟含量分布

该地区的氟中毒主要是由于地质原因造成,氟的异常区与氟中毒的地区一致,并且随着浅层地下水中氟含量的增高,高含量区的居民中毒情况也随之加重。主要的氟中毒地区位于托克托县东北部地区的古湖泊分布区。在调查中发现,氟含量最高的几个村庄里村民四肢变形、驼背等症狀较重,骨骼经检查已严重氟骨症。

调查发现,河套地区的其他地区虽然地下水氟含量超标,但其超标程度不大,只是以轻微的氟斑牙为主要表现形式。超标严重的地区主要与古湖泊有关,河套平原是一个半内陆的半封闭干旱盆地,地下水高氟区位于湖盆中心,地下水主要以蒸腾和蒸发排泄为主^[2],上更新统-全新统底部和中更新统上部湖相沉积物岩性为黄绿色粉砂质黏土,富含CaO、MgO、F、C、Mo、U等组分,主要是由于古湖泊沉积物以细粒物质为主,吸附了大量这类组分,在湖泊干涸后沉积而成。本区具备了土壤水溶氟的增高和高氟水形成的优越环境。本次调查地下水中氟含量一般为7~15 mg/L,最高达22.5 mg/L。

3.2.2 砷含量分布

地下水中As的超标区主要在后套地区,前套有部分地区。根据水化学特征,本次工作对全区最高值的两处采样点进行了重复采样。从表4可以看出,两年度虽然样品含量有所变化,但总的趋势是一致的,即该区内As、Fe、Ba、Sr、Mn等元素含量较高。

从上述两处高值点分析,两处井水中两年内采样As含量均非常高,说明这两处井水中As含量均超标,最高值点处的居民已饮用该水近20年,从主人描述也未发现明显的As中毒症状,但家里女主人腿上有一处溃烂,已有数年仍很难愈合,这是否是As中毒的另一种表现形式还需要研究。次高值点处居民经调查也未发现其他病况,但一些水中As含量在400~500 $\mu g/L$ 的地区发现了比较严重的As中毒病症。从这些现象分析,河套地区As超标区内部分地区出现As中毒症状,但大部分As超标区还未发现

As中毒病状。原因可能为:一是As在不同地区由于氧化还原环境不同,其价态也各不相同。如果As在氧化环境下则为As(V),基本上为无毒性,对人体不会产生太大影响。如果As在还原环境下则为As(III),毒性大,对体会产生中毒现象;二是每个人的身体差异也会高As产生不同的效应,但这种差异随着时间的推延,As在人体内的累积会逐渐减弱。

表4 As高值点处各元素水化学数据含量

Table 4 Content of elements in the ground water with high As

年度	As高值点	$\rho_B(\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1})$						
		As	Ba	Fe	Mn	Pb	Sr	Zn
2005年	高值点1	1124	3530	3242	165.8	2	4170	45.5
2006年	重复分析	776	1652.4	2551	79.8	1.2	3905	5.5
2005年	高值点2	930	2259	7548	73.8	0.4	3541	52.3
2006年	重复分析	491	480.2	617.3	48.5	0.9	780.8	4.1

从目前情况来看,河套地区砷氟中毒病症已存在,从As的浅层地下水地球化学图上发现,浅层地下水中As的超标区将近10000 km²,分布面积巨大,潜在危害严重。

4 局部生态问题

河套地区是内蒙古自治区比较密集的城镇群分布地,也是内蒙古自治区最发达的工业区,在这些地区内人类活动频繁,对表层土壤的影响巨大,特别是各种工业活动对城区造成工业污染,主要是重金属元素Hg、Pb、Cd等,而且在局部地区对周围环境造成严重污染。如包钢尾矿坝重金属元素含量高(表5),已对周围环境造成严重影响。包钢尾矿坝占地11 km²,是世界上最大的“稀土湖”,堆放尾矿1.35×10⁹ t,蓄水1500万 m³,而且尾矿坝地处地震多发带,一旦发生地震或决堤,比2005年的松花江水污染事件影响更为严重。

根据多目标区域地球化学调查对尾矿坝里所采的尾矿样品进行分析,结果表明,许多元素具有工业品位,如Ce、La等,而大多数元素虽不够工业品位也比土壤中含高出数十倍乃至数百倍。

目前,由于包钢尾矿坝水的泄漏,已经对周围的5个村子造成严重影响。特别是尾矿坝中尾矿含氟量高达13.365%,下渗的尾矿水对周围产生了影响,形成严重污染。包头市九原区哈业胡同镇打拉亥上村位于包钢尾矿坝正西2 km处。根据包头市环境监测站《污染纠纷调查监测报告》显示,该地区地下水溶解性固体、硫酸盐、总硬度、

氯化物均超过《生活饮用水卫生标准》^[3],依次超标3.8、9.9、4.9、0.8倍,属于劣五类水。根据中国《地表水环境质量标准》,劣五类水已经没有任何利用价值,既不能用于工业,也不能用于农业,更不能作为公共给水水源。

尽管现在包头市政府采取了许多措施来进行治理,并计划修建新的尾矿坝来代替现在的尾矿坝,但对现已造成的污染治理非常困难。原有的尾矿坝是由原苏联专家设计的,当时并没有考虑对地下水的防渗措施,这样50多年的积累造成的污染也不是短时间内能够消除的。包钢尾矿坝就是一枚化学定时炸弹,如果遭遇不测,对包头市以及黄河下游的人民会造成难以估量的危害。

表5 包钢尾矿坝中各元素含量^①

Table 5 Element contents in the Baogang gangue dam

组分	w_B	组分	w_B	组分	w_B
Ag	1054	La	11340	Th	305.6
As	62.96	Mn	9290	V	906.7
Ba	20352	Mo	44.61	Y	254.9
Be	14.89	Nb	1029.1	Zn	747.9
Cd	1	P	9735.4	Fe ₂ O ₃	14.42
Ce	21346.9	Pb	458.1	CaO	17.45
Cl	846	S	20994	Au	30.54
F	133650	Sn	112.5	pH	7.29

① 质量分数 w_B 单位: Au、Ag 为 ng/g 外,其余为 mg/kg。

5 结语

从河套多目标区域地球化学调查结果分析,河套地区总体来说均处于国家无公害土壤标准限值以下,即均为无公害、绿色土壤。作为我国北方重要的粮食生产基地,是可以为全国生产出优质的绿色产品,但河套地区也存在比较严重的区域性生态地球化学问题,首先是土壤的盐渍化制约了河套地区农业的发展,使河套地区大面积的良田得不到很好利用;其次是全区以砷、氟中毒为主的地方病比较严重,这极大地影响了该区人民的身体健康,对当地的生产生活造成了严重的危害。此外,包钢尾矿坝作为一个局部性的生态问题,需要对其进行治理。

6 参考文献

- [1] 中国地质调查局. 1:25万多目标区域地球化学调查规范[S]. 2005.
- [2] 任福弘. 高氟地下水的水文地球化学环境及氟的赋存形式与地氟病患病率的关系——以华北平原为例[J]. 地球学报, 1996, 17(1): 85-97.
- [3] GB 5749-85. 生活饮用水卫生标准[S].