

曲阳县土地质量地球化学评价

马雪梅¹, 田大争², 李伟^{1*}, 何锦¹

(1. 中国地质调查局水文地质环境地质调查中心, 河北 保定 070151;

2. 河北省地质工程勘察院, 河北 保定 071051)

摘要: 本文选择深度贫困县曲阳县平原区开展1/5万土地质量地球化学调查评价, 以该区表层土壤和典型农作物为研究对象, 在对锌、硒、有机碳、pH等各项指标测试分析的基础上, 依据《土地质量地球化学评价规范》对研究区土地质量进行了地球化学评价, 同时开展土壤-农作物中锌的来源研究。结果表明: 曲阳县土壤养分较丰富的地区分布在县域东南部大沙河冲积平原一带, 面积为39.18 km², 占比达46.89%; 锌元素较丰富及以上等级的耕地土壤面积为3.2万亩, 主要分布在李赵邱-张西旺、大西旺-西流德、北洪德-慈村-燕赵-北留营-西沿里一带, 占调查区耕地总面积的25.54%; 土壤中锌元素主要来源于第四系原生沉积物与人为活动, 农作物与根系土中锌元素有较为明显相关关系, 小麦对锌元素吸收能力大于玉米, 研究结果为地方政府在特色土地开发利用方面提供科学依据。

关键词: 曲阳县; 土壤; 锌; 地球化学评价

中图分类号: S159

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2020)03-0230-10

土地质量地球化学评价是依据影响土地质量的营养有益元素、重金属元素及化合物、有机污染物、土壤理化性质等地球化学指标, 及其对土地基本功能的影响程度而进行的土地质量地球化学等级评价, 是实现土地资源质量与生态管护的一项重要工作^[1-2]。

自2008年中国地质调查局组织开展了多目标区域地球化学调查和土地质量地球化学评价工作, 通过对土地资源的生态环境调查和评价, 获得了合理开发、利用、防治和保护土地资源的必要信息, 为综合评价土地质量提供了广泛的数据基础^[3]。

2019年项目组在曲阳县开展了1/5万土地质量地球化学调查评价工作, 查明了曲阳县土壤及农作物中有益微量元素分布特征, 并通过探究土壤中锌元素的来源及影响农作物吸收锌元素的因素, 为富锌特色耕地的开发利用提出有效建议。

1 调查区概况

曲阳县位于保定市西南部, 属暖温带半干旱季风区大陆性气候, 年平均温度12.2℃, 年平均降雨量为570 mm^[4]。本次土地质量地球化学调查范围包括曲阳县平原区(文德镇全镇面积和燕赵镇、恒州镇、

晓林镇、路庄子乡4个乡镇部分面积)、齐村镇刘庄村、定窑窑址(岗北、磁涧), 调查区范围及区域地质简图(图1, 图5)。

研究区西北部为中低山地貌, 中部为丘陵地貌, 东南部为堆积平原; 其地处中朝准地台(I级)、燕山台褶带(II级)、军都山岩浆岩带(III级)、狼牙山凹褶断束(IV级); 出露的地层包括新太古界变质岩基底与中、新元古界、古生界及新生界的沉积盖层。

该区成土母质复杂, 发育多种土壤类型, 主要土属有石质土、石灰性褐土、潮褐土等, 其中石质土主要分布于西北部低山区, 褐土性土主要分布于中部丘陵区, 潮褐土主要分布在东南部平原区。

2 样品的采集与分析

按照网格叠加土地利用图斑(第二次土地调查图斑)的总体原则部署调查采样, 山区、平原区农用地(耕地和园地)按照8~10个点/km²的密度进行土壤调查采样, 工矿企业密集区农用地按照8~16个点/km²的密度进行土壤调查采样, 土壤样点分布在网格内主要土壤类型和主要土地利用方式的代表性地块内, 同时兼顾空间分布的均匀性, 本次全区共采集土壤样品735件, 其中重复样15件, 占样品总数2%,

收稿日期: 2020-07-12

资助项目: 中国地质调查局项目“太行山北段综合地质调查(DD20190259)”

作者简介: 马雪梅(1990-), 女, 硕士, 主要从事水文地质和数值模拟研究工作, E-mail: 247523354@qq.com。*通讯作者: 李伟(1970-), 男, 教授级高级工程师, 主要从事基岩山区水文地质调查及成果集成工作, E-mail: 110482007@qq.com。

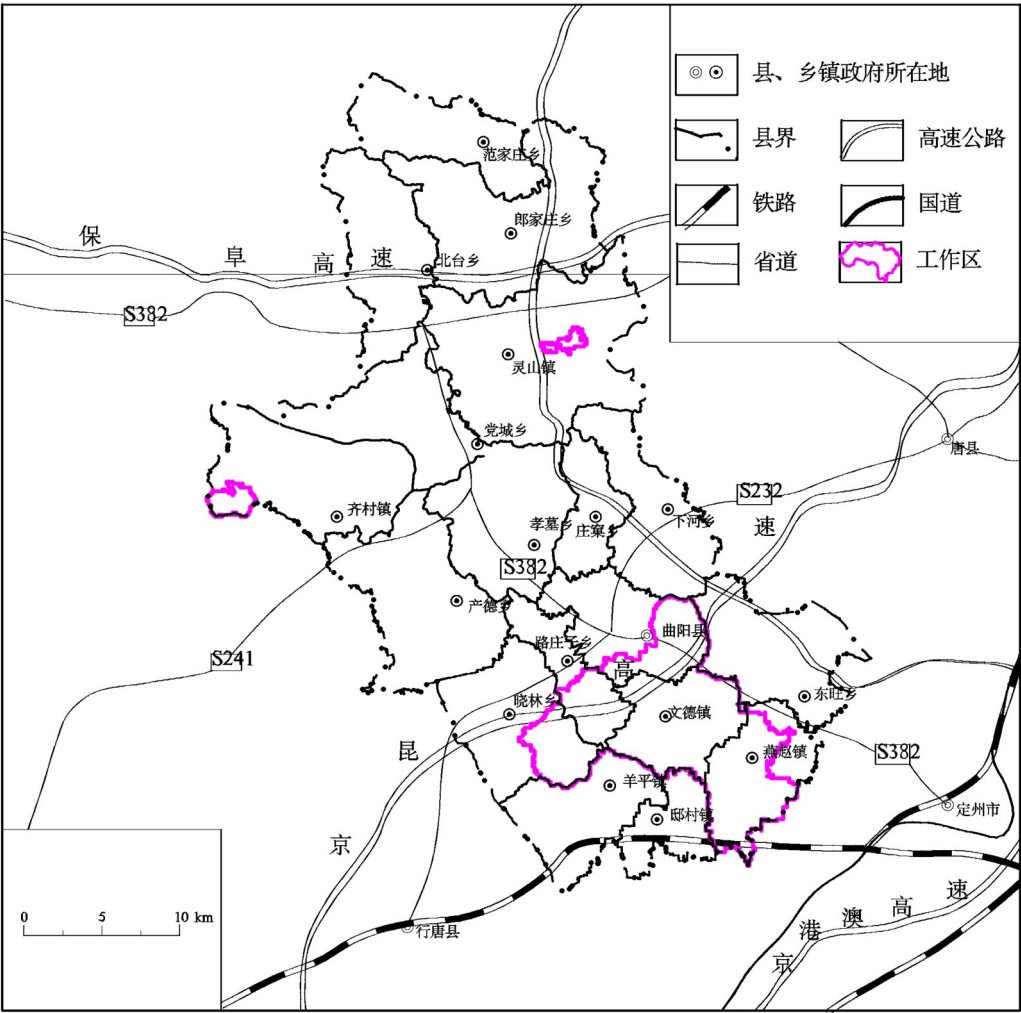


图1 调查区位置图

Fig.1 Map of location of survey area

样品晾干加工后过10目尼龙筛,留用。在以土壤为主要调查对象的基础上,兼顾农产品调查,农产品调查依据工作区农产品的地理分布、规模、品种、产量等条件布设样品,原则上调查采集耕种面积大于80%的农作物可食部分。东南部平原地区以小麦-玉米两熟制为主,调查共采集小麦样品18件、玉米样品19件。

样品送河北省地质实验测试中心分析,分析测试参考了《多目标区域地球化学调查规范》(DZ/T0258—2014)^[5]、《生态地球化学评价样品分析技术(试行)》(DD2005-03)^[6]等中的有关方法(表1),实验室样品分析检出限见表2,所有元素(指标)报出率均为100%;重复性检验合格率除Hg、pH为95%、Mo为97.5%外,其余元素(指标)均为100%;异常点重复性异常检验,统计合格率均为100%,除pH外所有上述方法准确度和精密度试验,通过对土壤国家标准物

质(GSS1—GSS12)各项目12次测定,按每个标准物质的推荐值作参考,计算测量值与推荐值的对数偏差($\Delta\lg C$)和RSD等,pH用编号为ASA-1a~ASA-4a四个土壤国家一级标准物质进行12次测定,计算精密度(RSD)和正确度(RE),结果均优于规范要求质量参数。

3 参数统计及编图方法

3.1 参数统计方法

地球化学参数是研究调查区区域地球化学特征的重要工作方法,本次调查利用Excel2010、MapGIS6.7、ArcGIS10.3、GeoIPASV4.2等软件对土壤样品进行了统计分析,本文选取营养元素(N、P、K₂O、Corg、CaO、MgO、S、Mo、B、Fe₂O₃、Mn、SiO₂、Al₂O₃、Se、Na₂O、TC、V、Co、Ge)和重金属元素(As、Cd、Cr、Cu、Hg、Ni、Pb、Zn)等28项指标作为土地质量评价指

表 1 元素和指标分析测试方法
Tab.1 Analysis methods for testing elements and indexes

序号	分析项目	处理方法	分析方法
1	Na ₂ O、MgO	HCl-HNO ₃ -HF-HClO ₄ 溶样	等离子体光谱法(ICP-OES)
2	Co、Mo、Cd	HCl-HNO ₃ -HF-HClO ₄ 溶样	等离子体质谱法(ICP-MS)
3	SiO ₂ 、Al ₂ O ₃ 、CaO、Fe ₂ O ₃ 、K ₂ O、Mn、P、Cu、Pb、Zn、Ni、V、Cr、S	粉末压片法	X 荧光光谱法(XRF)
4	B	与缓冲剂 1/1	发射光谱法(ES)
5	Hg、As、Se、Ge	酸溶	原子荧光光谱法(AFS)
6	Corg.	重铬酸钾氧化	重铬酸钾容量法(VOL)
7	N	H ₂ SO ₄ 消煮	凯氏定氮法
8	TC	高温灼烧	红外光谱法(IR)
9	pH	蒸馏水浸提	pH 计测定(ISE)
10	碱解氮	氢氧化钠—扩散	容量法(VOL)
11	有效磷	NaHCO ₃ 浸提	钼锑抗比色法
12	速效钾	乙酸铵溶液浸提	火焰原子吸收法(AAS)

表 2 元素和指标分析方法检出限
Tab.2 Detection limit of analysis method

元素	分析	检出限			元素	分析	检出限		
	方法	单位	规范要求	实验室		方法	单位	规范要求	实验室
N	凯氏定氮法	g/kg	0.02	0.017	B	ES	mg/kg	1	1
P	XRF	g/kg	0.01	0.01	Se	AFS	mg/kg	0.01	0.01
K ₂ O	XRF	%	0.05	0.05	Ge	AFS	mg/kg	0.1	0.1
Corg.	VOL	%	0.1	0.07	As	AFS	mg/kg	1	0.23
Na ₂ O	ICP-OES	%	0.1	0.1	Cd	ICP-MS	mg/kg	0.03	0.003
Al ₂ O ₃	XRF	%	0.05	0.05	Cr	XRF	mg/kg	5	4.5
SiO ₂	XRF	%	0.1	0.1	Cu	XRF	mg/kg	1	1
TFe ₂ O ₃	XRF	%	0.05	0.05	Ni	XRF	mg/kg	2	1.8
CaO	XRF	%	0.05	0.05	Hg	AFS	mg/kg	0.000 5	0.000 5
MgO	ICP-OES	%	0.05	0.03	Pb	XRF	mg/kg	2	2
S	XRF	mg/kg	50	30	Zn	XRF	mg/kg	4	4
Mn	XRF	mg/kg	10	8.7	pH	ISE		0.1	0.05
Mo	ICP-MS	mg/kg	0.3	0.004	有效磷		mg/kg	0.25	0.2
Co	ICP-MS	mg/kg	1	0.004	速效钾		mg/kg	1.25	1
V	XRF	mg/kg	5	4.3	缓效钾		mg/kg	1.25	1
TC	IR	%	0.1	0.02					

标,计算统计了各参数的含量范围、算术平均值、中位数、标准离差、变异系数、剔除2倍离差后平均值,并与河北平原区平均值进行比较。根据研究需要,对取得数据成果进行相关性分析、聚类分析、因子分析等多元统计分析,研究土壤中元素相关性、元素组合等特征^[6-18]。

3.2 土壤元素地球化学图编制方法

地球化学图的制作是用Geochem Studio 3.5.9,利用距离幂指数反比加权法进行数据网格化,网格化参数:网格间距 300 m×300 m,距离幂指数 2,四方向搜索,搜索半径 1 500 m,每搜索方向的最多点数为 6,形成网格节点的最少点数为 5。

成果图件编制遵循参考《地球化学普查规范(1/50 000)(DZ/T0011—2015)》^[7]、《土地质量地球化学评价规范(DZ/T0295—2016)》。

3.3 土地质量地球化学评价方法

土壤养分地球化学等级、土壤环境地球化学等级的最小空间单位为评价单元。当一个单元中有 2 个以上数据时,用平均值进行评价单元的指标赋值。当单元中没有评价数据时,用插值法(平均值)赋值,获得每个评价单元相应的评价数据。

(1)土壤丰缺分级图

土壤中有机质、氮、磷、钾全量、氧化钙、氧化镁、氧化铁、钴、钒、硼、钼、锰、硒按照《土地质量地球化学评价规范(DZ/T 0295—2016)》中相应划分标准及图示进行地球化学等级评价。

土壤养分地球化学综合评价是在氮、磷、钾土壤单指标养分地球化学等级划分基础上,按照下列公式计算土壤养分地球化学综合得分 $f_{\text{养综}}$ 。

$$f_{\text{养综}} = \sum_{i=1}^n k_i f_i$$

式中, $f_{\text{养综}}$ 为土壤N、P、K评价总得分, $1 \leq f_{\text{养综}} \leq 5$; k_i 为N、P、K权重系数,分别为0.4、0.4和0.2; f_i 分别为土壤N、P、K的单元素等级得分。单指标评价结果五等、四等、三等、二等、一等所对应的 f_i 得分分别为1、2、3、4、5分。

(2)土壤环境质量分级图

按照《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618—2018)^[19]对砷、铬、镉、汞、镍、铜、铅、锌进行评价,分为一等无风险、二等风险可控、三等风险较高三个等级。

土壤环境综合质量评价是在单指标土壤环境地球化学等级划分基础上,按照以下原则进行土壤环境地球化学综合等级划分:每个评价单元的土壤环境地球化学综合等级等同于单指标划分出的环境等

级最差的等级。如As、Cr、Cd、Cu、Hg、Pb、Ni、Zn划分出的环境地球化学等级分别为三等、二等、二等、二等、二等、二等、一等和二等,该评价单元的土壤环境地球化学综合等级为三等。

4 结果与分析

4.1 土壤元素地球化学特征与等级

调查区土壤有益元素指标的基准值等地球化学参数见表3。由表可见,N、K₂O、Mo、B、Corg、Al₂O₃等营养元素的含量范围及变异系数较小,表征其空间分布比较均匀。通过对以上元素进行分析,发现SiO₂、CaO、MgO、Fe₂O₃相关性极好,这几种元素的丰缺与地球化学背景差异有关;调查区土壤硒含量范围0.02~0.43 mg/kg,平均值为0.2 mg/kg,变异系数

表3 调查区土壤营养元素含量特征统计表(N=688)
Tab.3 Statistical table of soil nutrient element content characteristics in the investigation area(N=688)

项目	含量范围	算术 平均值	中位数	标准离差	变异系数	平均值 (剔除2倍离差)	河北平原区 平均值
N	0.151~2.313	0.966	0.953	0.28	29	0.958	1.049
P	0.293~2.135	0.893	0.903	0.27	30	0.892	1.012
K ₂ O	1.96~5.78	2.53	2.52	0.25	10	2.5	2.41
Corg.	0.15~2.46	0.89	0.88	0.29	32	0.88	0.82
CaO	0.78~10.58	2.56	2.27	1	39	2.45	4.32
MgO	0.26~3.78	1.73	1.73	0.29	17	1.72	2.07
S	54.5~396	185.7	182	53	29	181	337.52
Mo	0.31~1.07	0.53	0.53	0.08	15	0.52	0.55
B	6.6~90.9	42.4	42.7	9.8	23	42.4	46.77
Fe ₂ O ₃	3.11~7.15	4.39	4.36	0.47	11	4.36	4.47
Mn	240.9~925.5	568.3	565.4	62.5	11	567.2	588.89
SiO ₂	55.39~71.49	65.52	65.48	1.87	3	65.54	60.58
Al ₂ O ₃	10.87~16.14	13.19	13.28	0.68	5	13.19	12.73
Se	0.02~0.43	0.2	0.2	0.05	26	0.2	0.19
Na ₂ O	1.09~3.51	2.07	1.96	0.34	17	2.07	1.85
TC	0.28~3.19	1.17	1.13	0.38	32	1.15	1.56
V	24.3~116.8	77.1	77.2	8.2	11	77.3	77.58
Co	2.75~24.4	12.3	12.3	1.8	14	12.2	12.01
Ge	0.99~1.54	1.26	1.27	0.09	7	1.26	1.27

注:K₂O、CaO、MgO、Fe₂O₃、SiO₂、Al₂O₃、Na₂O含量单位为%,N、P含量单位为g/kg,其余均为mg/kg;统计数据为688个;变异系数单位为%。

较小(26%),反映其空间分布比较均匀,空间分布特征总体表现为调查区北部高于南部,高值区(>0.27 mg/kg)主要分布于七里庄、西河流等地,可能与人为活动有关。按照《土地质量地球化学评价规范》(DZ/T0295—2016)要求,在土壤氮、磷、钾单指标评价分级基础上,计算养分综合指数,并进行土壤养分地球化学综合分级,分为五等(表4)。调查区土壤养分较丰富、中等等级面积分别为39.18 km²、30.77 km²,面积占比分别为46.89%、36.84%。如图2所示,养分较

丰富的农用地主要分布在东部,养分中等的农用地主要围绕在较丰富等级边缘;养分较缺乏面积为13.33 km²,主要分布在调查区西南部。

4.2 土壤环境地球化学特征与等级

表5、6列出了调查区土壤重金属元素含量的统计参数及分级统计表^[20],由表可见,Hg、Cu等含量变化范围相对较大,最大值与最小值相差几十倍,其变异系数均大于45%,反映它们具有较大的空间变异性。相比而言,As、Cr、Pb、Cu等元素含量范围及变异

表4 农用地土壤养分综合分级统计

Tab.4 Comprehensive classification statistics of soil nutrients in agricultural land

分级	一等 丰富	二等 较丰富	三等 中等	四等 较缺乏	五等 缺乏
养分综合	≥4.5	4.5~3.5	3.5~2.5	2.5~1.5	<1.5
面积km ²	0.25	39.18	30.77	13.33	0.02
面积占比%	0.30	46.89	36.84	15.95	0.02

系数较小,表征其空间分布比较均匀,这一点也可以从这些元素的微弱的背景值变化中得以反映。按照《土地质量地球化学评价规范》(DZ/T0295—2016)要求,在土壤重金属元素单指标评价分级基础上,采用最大指数法,计算农用地土壤环境地球化学质量综合指数,并进行质量综合等级划分,分为三等,结果

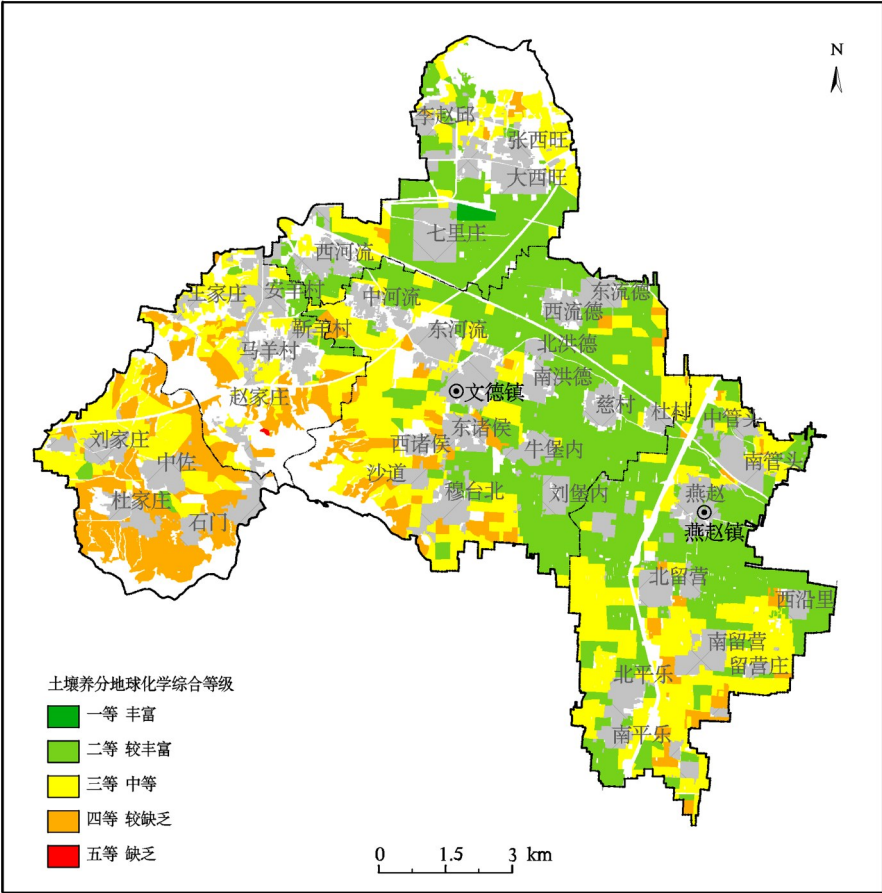


图2 土壤养分综合分级图

Fig.2 Comprehensive grading map of soil nutrients

表5 调查区重金属元素含量特征统计表(N=688)

Tab.5 Statistical table of heavy metal element content characteristics in the investigation area(N=688)

项目	含量范围	算数 平均值	中位数	标准离差	变异系数	平均值 (剔除2倍离差)	河北平原区 平均值
As	2.06~14.9	8.55	8.54	1.52	18	8.59	9.5
Cd	0.08~0.33	0.15	0.15	0.03	20	0.15	0.15
Cr	12.4~93.2	63.1	63.2	7.5	12	63.3	65.21
Cu	9.7~210.8	24.9	22.8	13.1	53	23.1	22.95
Hg	0.007~0.161	0.037	0.034	0.017	45	0.036	0.038
Ni	8.4~45.4	27.1	26.8	3.6	13	27.1	28.06
Pb	15.3~28.5	21.2	21	1.9	9	21.1	22.56
Zn	39.5~163.2	66.8	65.7	10.7	16	65.9	69.63

注:含量单位均为mg/kg,变异系数单位为%。

统计见表6。调查区农用地土壤以一等(无风险)为主,比例为99.87%;风险可控比例为0.13%,综合分级图见图3。

4.3 富锌土地资源评价

4.3.1 土壤锌元素含量特征

对曲阳县平原区研究范围内735件土壤锌元素

表6 土壤环境地球化学综合分级统计
Tab.6 Comprehensive classification statistics of soil environmental geochemistry

环境综合分级		一等	二等	三等
		无风险	风险可控	风险较高
土壤环境	面积/km ²	83.44	0.11	0.00
综合	占比/%	99.87	0.13	0.00

进行统计分析,算出锌元素含量范围为39.5~163.2 mg/kg,平均含量为66.8 mg/kg,略低于河北平原区土壤背景值(69.6 mg/kg)^[21],低于全国土壤A层(74.2 mg/kg),对土壤锌元素含量丰缺等级进行统计结果见表7:其中锌元素含量较丰富及以上面积为21.34 km²,占比为25.54%;较缺乏及以下面积为24.72

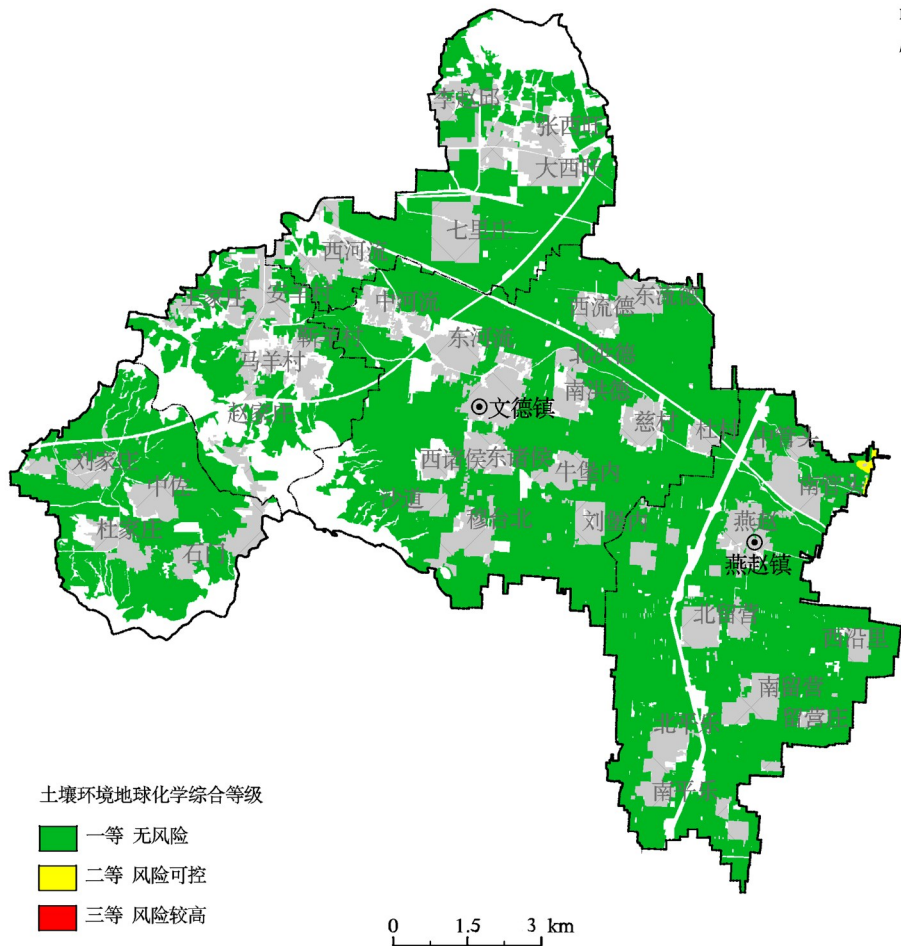


图3 土壤环境地球化学综合分级图

Fig.3 Comprehensive grading map of soil environmental geochemistry

表7 土壤锌元素含量等级划分
Tab.7 The classification of soil zinc concentrations

丰缺等级	丰富	较丰富	中等	较缺乏	缺乏
分级标准(mg/kg)	>84	71~84	62~71	50~62	<=50
分布面积(km ²)	0.74	20.60	37.49	24.11	0.61
面积占比(%)	0.89	24.65	44.87	28.86	0.73

km²,占比为29.59%。

土壤中锌元素空间分布特征见图4,其变异系数为16%,空间分布相对均匀,总体上东北部锌元素含量高于西南部,高值区主要分布调查区东部的耕地地区,且集中呈连片分布,主要位于李赵邱-张西旺-大西旺-西流德、北洪德-慈村-燕赵-北留营-西沿里一

带;低值区为西南的杜家庄、东南的南平乐及中部的沙道-靳羊村-西流村一带。

4. 3. 2 土壤中锌元素来源分析

对比研究区不同层位(0~20 cm、150~200 cm)土壤中Zn元素随深度变化关系曲线以及研究区第四系沉积物的分布情况(图5、图6),并对土壤中Zn、TFe₂O₃、Mn、Al₂O₃等指标进行相关性分析,各元素间的相关性分析结果见表8。

研究区表层土壤中Zn与TFe₂O₃、Mn等指标具有显著正相关性,说明了其均来源于铁镁等硅酸盐矿物,如辉石、角闪石和黑云母,锌在这些矿物中同

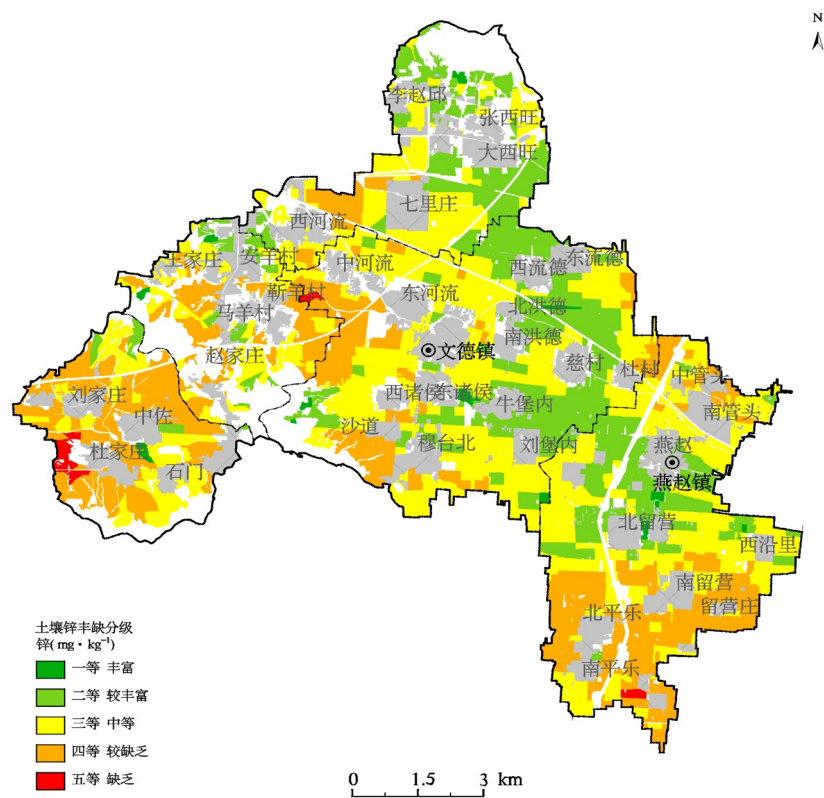


图4 曲阳县平原区耕园地富锌土壤分布图

Fig.4 Distribution map of zinc-rich soil in quyang plain

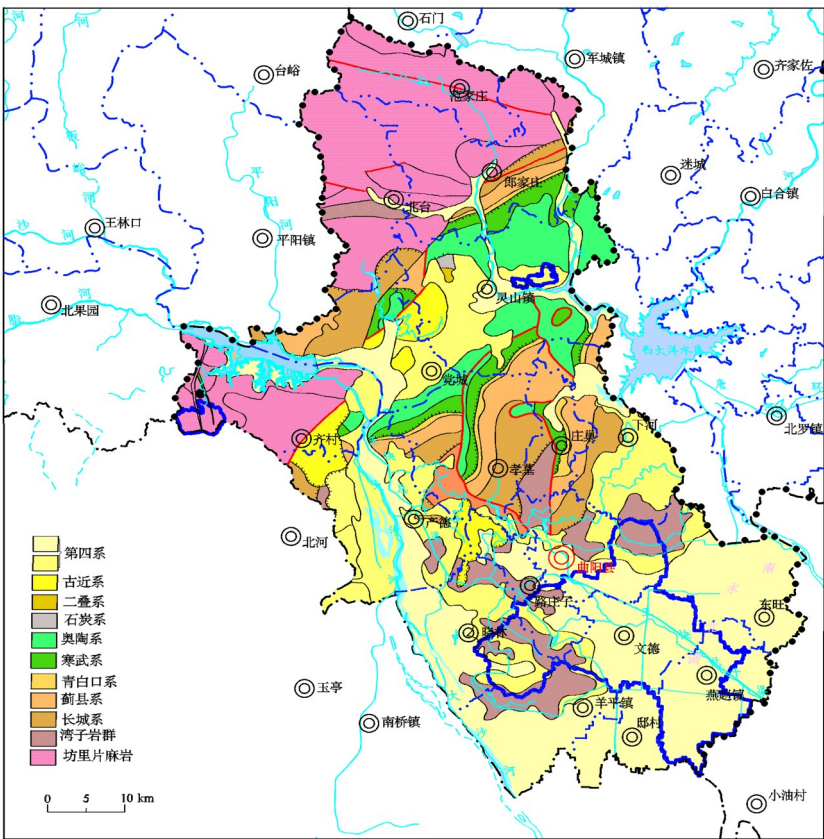


图5 曲阳县区域地质图

Fig.5 Regional geological map of Quyang County

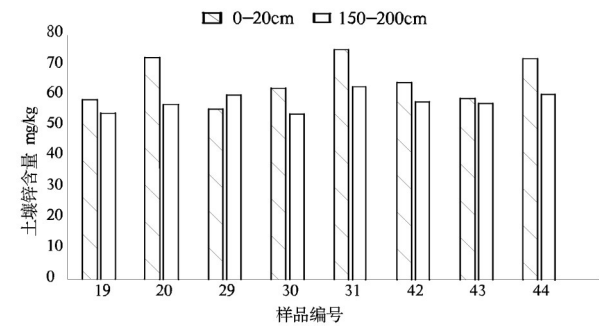


图6 各土壤垂向剖面锌元素含量变化趋势
Fig.6 Trend profile of zinc content in vertical soil profile

表8 表层土壤元素相关性分析
Tab.8 Correlation analysis between topsoil elements

元素	Cd	Co	Mn	Mo	Al ₂ O ₃	SiO ₂	TFe ₂ O ₃	Corg
Zn	.556**	.348**	.532**	.482**	.332**	-.425**	.512**	.267**

晶置换了原来的Fe²⁺和Mn²⁺。土壤中Al₂O₃指标主要代表了黏土矿物,与细颗粒物物质密切相关,而SiO₂指标多代表砂粒等粗颗粒沉积物,Zn与Al₂O₃、Corg形成正相关关系,与SiO₂形成负相关关系,说明研究区土壤中Zn元素主要来源于第四系冲洪积物,其母质颗粒较细,富含有机物和黏土矿物,Zn元素容易受到吸附而在表层土壤中富集。

此外,表层(0~20 cm)Zn元素也较深部Zn(150~200 cm)元素更加富集(图6),说明Zn元素容易受到吸附而在表层土壤中富集。同时根据前人测定肥料中的锌元素结果可以看出(表9)^[21],不同肥料中锌元素含量在165.5~664.8 mg/kg,是研究区土壤背景值的2.5~10倍,因此,研究区内化肥的广泛使用也是引起表层土壤锌元素富集的原因之一。

4.3.3 农作物可食部位锌含量及影响吸收的因素

结合小麦、玉米的种植情况,2019年在曲阳县平原区范围采集了18件小麦籽实、19件玉米籽实样品,对其锌元素含量进行统计分析(表10)。

土壤是植物锌营养的主要来源,土壤供锌能力取决于土壤锌含量、形态及有效性^[22-27],影响农作物对土壤中各种元素吸收的因素是多种多样的^[28-30],按

表9 研究区肥料锌元素含量(mg/kg)
Tab.9 The concentrations of the fertilizer zinc in the study area(mg/kg)

种类	含量	平均值
复合肥(n=19)	6.3 ~ 1 282.0	165.5
尿素(n=3)	29.8 ~ 493.0	194.0
二铵(n=3)	82.6 ~ 535.0	236.9
有机肥(n=13)	95.9 ~ 2 380.0	664.8

表10 作物中锌含量(mg/kg)
Tab.10 The concentrations of Zn and Se in the crops (mg/kg)

元素	项目	玉米(n=19)	小麦(n=18)
Zn	含量范围	11.35 ~ 18.6	19.3 ~ 37.5
	平均值	14.39	28
	中国食品成分含量*	9.0	23.3

注: *数据来源于《中国食品成分表2002》。

以下公式计算玉米、小麦中的吸收率,即富集系数C_i:

$$C_i = \frac{C_z}{C_s} \times 100\%$$

其中C_z为农作物中元素含量值,C_s为土壤中对对应元素的含量值。小麦、玉米对锌的吸收性(表11)表明小麦对锌的吸收性较高,大于玉米对锌的吸收性,农作物可食部分对元素的吸收能力为小麦>玉米。

研究发现小麦中锌元素含量与根系土中锌的含量呈正相关关系(图7),即根系土中锌元素含量越高,作物籽实部分中元素含量越高;玉米中锌元素含量与根系土中锌元素含量关系不明显,说明土壤中锌含量不是控制玉米吸收锌的主要因素。这与王昌宇等^[29]在饶阳县得出的结论是一致的。

表11 不同作物对锌元素吸收率(%)
Tab.11 Different crops absorbility of zinc(%)

元素	项目	玉米	小麦
Zn	范围	13.2 ~ 31.4	30.6 ~ 54.2
	平均值	20.4	42.0
	变异系数	19.4	18.4

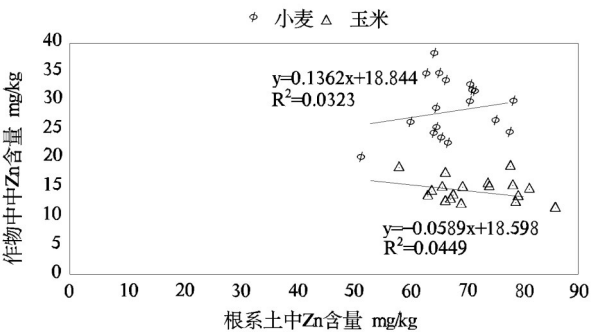


图7 作物中锌含量与根系土中锌元素含量关系
Fig.7 The correlations of crops zinc concentrations with soil zinc concentrations

5 结论与建议

(1)曲阳县平原区耕、园地中锌元素含量较丰富,较丰富等级及以上土壤面积达21.34 km²,占比为

25.54%。主要分布在调查区东部的耕地区,且集中呈连片分布,主要位于李赵邱-张西旺-大西旺-西流德-北洪德-慈村-燕赵-北留营-西沿里一带。

(2)研究区表层土壤中Zn与 TFe_2O_3 、Mn等指标具有显著正相关性,说明了其主要源于铁镁等硅酸盐矿物风化;同时,土壤中Zn与 Al_2O_3 、Corg形成正相关关系,与 SiO_2 形成负相关关系,说明研究区土壤中Zn元素受沉积相影响,主要赋存于母质颗粒较细、富含有机物和黏土矿物的环境。

(3)研究区小麦籽实对土壤锌元素的吸收性较高。其中小麦籽实中锌含量与土壤中锌含量呈正相关关系。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国国土资源部. DZ/T 0295-2016《土地质量地球化学评价规范》[S]. 北京: 中华人民共和国国土资源部, 2016.
- [2] XIE Xue-jing, CHENG Hang-xin. Sixty years of Exploration Geochemistry in China [J]. Journal of Geochemical Exploration, 2014, 139:4-8.
- [3] 刘国栋, 崔玉军, 刘立芬, 等. 土地质量地球化学评价方法研究与应用: 以黑龙江省宏胜镇为例[J]. 现代地质, 2017, 31(01):167-176.
- [4] 河北省地质工程勘察院, 河北省地质实验测试中心. 曲阳县土地质量地球化学调查成果报告[R]. 2019.
- [5] 中华人民共和国国土资源部. DZ/T 0258-2014《多目标区域地球化学调查规范》[S]. 北京: 中华人民共和国国土资源部, 2014.
- [6] 中国地质调查局. DD2005-03《生态地球化学评价样品分析技术(试行)》[S]. 北京: 中国地质调查局, 2005.
- [7] 中华人民共和国地质矿产部. DZ/T 0011-2015《地球化学普查规范(1:50000)》[S]. 北京: 中华人民共和国地质矿产部, 2015.
- [8] 鄢明才, 顾铁新, 迟清华, 等. 中国土壤化学元素丰度与表生地球化学特征[J]. 物探与化探, 1997, (03):161-167.
- [9] 李先琨, 苏宗明. 桂西南不同地层土壤的元素地球化学特征[J]. 广西科学, 2001(04):301-307.
- [10] 王建国, 陈凌静. 土地质量评价研究综述[J]. 河北农业科学, 2008, (04):81-85.
- [11] 郑琦. 新疆绿洲棉田土壤环境质量综合评价研究[D]. 石河子大学, 2018.
- [12] 贺灵, 刘占元, 周国华, 等. 土地质量地球化学评价成果与若干问题探讨: 以浙江省金华市汤溪镇为例[J]. 现代地质, 2019, 33(01):152-160.
- [13] 中国地质调查局. 加强土地质量调查评价推动土地科学高效利用[N]. 中国国土资源报, 2015-06-27(006).
- [14] 李玲, 张云霞, 盛奇, 等. 基于农业地质调查成果的开封市土壤质量综合评价[J]. 地域研究与开发, 2015, 34(01):127-131.
- [15] 刘建, 刘丹. 综合标识指数法在土壤环境质量评价中的应用[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(13):7850-7851+7855.
- [16] 岑静, 潘卫丰, 宋明义. 浙江省龙游县土地质量地球化学评估主要进展及成果[J]. 中国地质调查, 2015, 2(07):19-23.
- [17] 黄青华, 白宗海, 封建平. 土地质量地球化学评价方法应用研究[J]. 环境科学与管理, 2018, 43(09):167-170.
- [18] 武春林, 成欢, 王瑞廷, 等. 陕西省西咸新区窑店镇土地质量地球化学评价及合理开发建议[J]. 地质调查与研究, 2019, 42(03):225-234.
- [19] 中华人民共和国生态环境部. GB15618-2018《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》[S]. 北京: 中华人民共和国生态环境部, 2018.
- [20] 于林松, 宋蕊蕊, 康桂玲, 等. 基于土壤地球化学分区的重金属污染风险评价——以山东省郯城县某镇为例[J]. 山东国土资源, 2020, 36(03):34-41.
- [21] 王昌宇, 张素荣, 刘继红, 等. 河北省饶阳县富锌、硒特色土地及其生态效应评价[J]. 地质调查与研究, 2019, 42(01):49-56.
- [22] 骆永明, 严蔚东, Christie P. 铜锌交互和土壤 γ -辐射对大麦和黑麦生长的影响[J]. 土壤, 2003, 32(2):95-98.
- [23] 倪才英, 田光明, 骆永明, 等. 有机化合物和硝酸溶液对符合污染土壤中Cu、Zn、Pb释放的影响[J]. 土壤学报, 41(2):237-244.
- [24] 蒋廷惠, 胡霁堂, 秦怀英. 土壤中锌的形态分布及其影响因素[J]. 土壤学报, 1993, 30(3):260-266.
- [25] 蒋廷惠, 胡霁堂. 土壤锌的形态和分级方法[J]. 土壤通报, 1989, 20(2):36-89.
- [26] 韩凤祥, 胡霁堂, 秦怀英, 等. 我国某些旱地土壤中锌的形态及其有效性[J]. 土壤, 1990, 22(6):302-306.
- [27] Zhang M K, Ke Z X. Copper and Zinc enrichment in different size fractions of organic matter from polluted soil. Pedosphere, 2004, 14(1):27-36.
- [28] 邢怡, 张素荣, 刘继红, 等. 农作物根系土对农产品安全的影响分析——以保定东部地区为例[J]. 地质调查与研究, 2019, 42(03):219-224+234.
- [29] 赵庆令, 李清彩. 济宁南部区域耕作层土壤地球化学特征及其成因分析[J]. 地球与环境, 2016, 44(01):25-35.
- [30] 李明辉, 陈富荣, 张笑蓉, 等. 皖西大别山区富锌土壤分布特征及成因分析[J]. 地质调查与研究, 2019, 42(03):235-240.

Geochemical evaluation of land quality in Qvyang County

MA Xue-mei¹, TIAN Da-zheng², LI Wei¹, HE Jin¹

(1. Centre for Hydrogeology and Environmental Geology Survey, CGS, Baoding Hebei 07105, China;

2. Hebei Geological Engineering Exploration Institute, Baoding Hebei 071051, China)

Abstract: The plain belonging to the severely impoverished Qvyang County was choosen to be carried out the 1/50000 land quality geochemical survey and evaluation. Taking topsoil and crops with their soil-in-root as the study object, this paper analysed zinc, selenium, organic carbon, pH value and other elements, conducted the geochemical evaluation of land quality in the study area in accordance with the code for land quality geochemical evaluation, and studied the sources of zinc in soil and crops. The results show that the soil in Qvyang county which is classified to the relatively rich grade in nutrients is distributed in the southeast of the county along the Dasha River alluvial plain with an area of 39.18km², up to 46.89% of the total area. The soil area of the field with relatively abundant zinc element and above was 32 000 acres, distributed in the region from Lizhaoqiu-Zhangxiwang to Daxiawang-Xiliude, Beihongde Cicun-Yanzhao-Beiliuying and Xiyanli, accounting for 25.54% of the total area of the field in the survey area. The zinc elements in the soil mainly came from quaternary sediments and human activity. Moreover, there was a significant correlation between crops and zinc in root soil, the absorption capacity of wheat for zinc is greater than that of maize. The results in this study provide a scientific basis for the development and utilization of characteristic land by local governments.

Key words: Qvyang County; soil; Zinc; geochemical evaluation

《地质调查与研究》征订启事

经国家科委和新闻出版署批准, 我刊《前寒武纪研究进展》于2003年起更名为《地质调查与研究》。办刊宗旨: 本刊为地质科学领域中的学术性刊物, 执行党的基本路线及国家的出版政策法规, 坚持“百花齐放, 百家争鸣”的双百方针, 面向地质调查和研究工作, 为地质调查和研究成果提供交流载体, 推动我国地质调查和研究工作的开展, 为我国的经济建设和发展服务。主要刊登内容: 地质调查和研究中的新认识、新成果、新进展, 地区性、专业性焦点、难点问题讨论, 新理论、新技术、新方法、新工艺的研究和引进。内容涉及基础地质、矿床地质、同位素地质年代、第四纪地质、水资源与环境、灾害地质、城市地质、农业地质、地球物理勘查、地球化学勘查、地质调查信息等领域, 以及国民经济和社会发展对地质工作的需求等方面的文章, 亦刊登国外相关领域的研究动态和成果。主要开设栏目: 基础地质、矿产资源、水文地质、灾害地质、环境地质、技术方法等, 非常适合地质工作者、地质院校师生和有关单位的管理者阅读参考。

本刊为80页的季刊, 每期约12万字, 铜版纸印刷, 公开发行, 可全年订阅, 也可分期订阅。订阅办法: 1) 单位和个人均可向我刊编辑部订阅; 2) 邮局汇款地址: 天津市河东区大直沽八号路4号编辑部, 邮编: 300170; 3) 银行信汇: 天津市河东区工商银行大直沽分理处, 账号: 0302040109006621382。

联系电话: 022-84112950。

本刊编辑部