

济南—济阳地区土壤地球化学特征

庞绪贵¹, 姜相洪², 李建华², 张英明³, 胡艳蕾¹

(1. 山东省地质调查院, 山东 济南 250013; 2. 山东省物化探勘查院, 山东 济南 250013; 3. 山东省地质科学实验研究院, 山东 济南 250013)

摘要: 通过对济南—济阳研究区内土壤地球化学特征的对比分析, 探讨了元素的丰缺、土壤质量及对农业环境的影响。

关键词: 地球化学; 营养元素; 土壤质量; 生态环境

中图分类号: P632 文献标识码: A 文章编号: 1000-8918(2004)03-0253-04

随着人口、资源、环境成为人类生存发展的重要主题, 可持续发展已被日渐重视^[1], 区域勘查地球化学的应用领域不断拓宽, 覆盖区多目标地球化学调查的重要性日益显露。通过多目标地球化学调查, 对地质和地球化学背景进行研究, 可为覆盖区矿产资源勘查、基础地质研究、土地资源利用、环境地质及生态保护工程、地方病防治等提供基础地球化学资料。

1 研究区地质背景及土壤类型分布

研究区位于济南市东及东北部, 分属济南市历城区、济阳县、章丘市及德州市齐河县管辖。区内气候属华北暖温带气候区, 日照充沛, 四季分明。一般春季干燥多风, 夏季湿热多雨, 秋季旱涝不均, 冬季寒冷少雨雪。年平均气温 12.6℃, 年平均降水量 685 mm, 雨季多集中在 6~9 月。

研究区属华北地层区, 南部基岩零星出露, 主要为寒武系、奥陶系、石炭系、二叠系、侏罗系、白垩系和第三系; 中北部被第四系覆盖, 从南到北分布洪积、冲洪积、冲积等成因类型的松散沉积物, 南薄北厚, 最厚达 400 m。

构造以断裂发育为突出特点, 主要断裂有齐河—广饶断裂、刘志远断裂、郭店断裂和文祖断裂。燕山期岩浆岩多呈岩盖、岩床状, 岩性以辉长岩为主, 次为闪长岩; 分布于济南市周围及王舍人庄—郭店一带, 除南部有零星出露外, 北部均被第四系覆盖; 据油田地质资料, 齐河—广饶断裂带附近, 有玄武岩、玄武玢岩和火山碎屑岩分布于第三系地层中。

受气候、水文、地形地貌、成土母质等因素影响

和制约, 土壤分布特点为南北成块、东西成带, 土壤类型自南至北分布有褐土、砂姜黑土、水稻土、潮土和风砂土五类。

褐土集中分布在南部残丘丘陵区 and 山前冲积、冲洪积平原区; 砂姜黑土集中分布在中东部的白云湖周围; 潮土分布在黄河南北两侧, 其内零星分布有湿潮土和盐化潮土; 风砂土多分布在黄河决口近河道处; 水稻土零星分布在地下水位浅, 水源较丰富的济南市近郊。

2 土壤样品采集与分析

按 1 点/km² 的采样密度采集浅层土壤样品, 4 km² 一个组合样分析; 按 1 点/16 km² 的采样密度采集深层和有效态土壤样品, 单样分析; 浅层和有效态土壤样品采集深度小于 20 cm, 深层土壤样采集深度 90~100 cm, 采集的样品经自然干燥过 20 目筛后送化验室。全量分析 N、P、K、Mg、Ca、Al、S、Fe、Mn、Cu、Zn、B、Mo、Ce、Si、Sr、V、Na、Li、F、Se、Ni、Sn、U、As、Cd、Pb、Hg、Cr、Sb、Bi、Be、W、Ti、Te、Ba、Th、Co 项目, 有效态分析 N、P、K、Cu、Zn、B、Mo、Mg、S、Mn、Fe、Na 项目。

3 土壤地球化学特征

3.1 土壤中元素的背景分布特征

深层土壤中元素含量是未受或基本未受污染的自然客体物质的自然含量水平, 其代表土壤中元素的背景分布, 因此, 通过对深层土壤中元素含量统计(表 1), 研究区深层土壤元素的含量与维诺格拉夫 1957 年根据世界各主要土壤类型统计的全球土壤

表 1 土壤中元素含量统计

元素	浅层	深层	全省	全球	全球 浅层	全球 深层
P	754	565	776	800	0.94	0.71
K	1.83	1.87	1.83	1.64	1.12	1.14
Mg	0.99	0.99	1.11	1.05	0.94	0.94
Ca	3.45	3.45	3.88	1.90	1.82	1.82
Al	6.05	6.18	6.00	14.0	0.43	0.44
S	0.03	0.02		0.09	0.35	0.24
Mn	542	583	551	850	0.64	0.69
Cu	21.5	21.6	20.4	20.0	1.07	1.08
Zn	53.2	53.1	50.6	50.0	1.06	1.06
B	56.7	58.5	57.1	10.0	5.67	5.85
Mo	0.52	0.51	0.55	2.00	0.26	0.26
F	489	498	453	200	2.45	2.49
Se	159	83.1		10.0	15.9	8.31
As	8.75	9.32	10.9	5.00	1.75	1.86
Cd	136	122	105	500	0.27	0.24
Pb	16.1	15.8	14.4	10.0	1.61	1.58
Hg	34.6	24.0	28.3	10.0	3.46	2.40
Cr	63.6	63.7	63.0	100	0.64	0.64
Na	1.21	1.19		0.85	1.42	1.40
Co	11.2	12.0	11.7	10.0	1.12	1.20
Fe	2.95	3.10	3.02	5.43	0.95	0.57
Sb	0.75	0.79	24.6	6.90	0.11	0.11
Bi	0.22	0.24				
Ni	24.9	26.9		40.0	0.93	0.67
Sn	3.22	3.00		10	0.32	0.30
Ti	3716	3370		4600	0.81	0.73
Si	29.2	29.2		70.7	0.41	0.41
Sr	177	175	186			
V	80.8	82.6	76.3			

注:全球土壤值摘自《内地沿海部分冲积平原区化探工作方法初步研究》;山东土壤值来源于《山东省地质地球化学环境与有关农作物及地方病相关性研究》。样品分析单位为山东省地质科学实验研究院。 $w(K, Na, S, Ca, Mg, Si, Fe, Al)/\%$, $w(Se, Cd, Hg)/10^{-9}$, $w(其它)/10^{-6}$ 。

值对比, K、Ca、Cu、Zn、B、F、Se、As、Pb、Hg、Na、Co 含量高于全球土壤平均值, 其中 Ca、F、As、Pb、Hg 明显偏高, B、Se 显著偏高, 分别是全球土壤平均值的 5.85 倍和 8.31 倍。这些元素中的 Cu、F、As、Pb、Hg 在土壤中原始含量过高^[2], 是潜在污染源和引发地方病的隐患。P、Mg、Al、S、Mn、Mo、Cd、Cr、Fe、Sb、Ni、Sn、Ti、Si 含量低于全球土壤值, 其中 Al、S、Mo、Cd、Sn、Si 明显偏低, Sb 显著偏低, 仅占全球值的 11% 左右。P、S、Mn、Mo 为农作物主要营养元素, 土壤中原始储备不足是影响土壤质量潜在原因。

3.2 浅层土壤中元素的含量特征

浅层土壤中元素的含量受人类活动、生物和气候的影响较大, 已经改变了土壤原始成分。经对浅层土壤中元素含量统计, 浅层土壤元素含量与全球

土壤元素含量对比结果, 与深层土壤特征基本一致, 仅有程度上差异, 说明即使浅层土壤中受到了人类活动影响, 但仍未改变土壤中元素含量的基本特征。特别是 P、S、Se、Cd、Pb、Hg、Na、Fe、Ni、Sn、Ti 浅层含量值均有不同程度的升高。

区内浅、深层土壤是在同一地貌单元、同一成土母质的基础上发育而成, 土壤中元素含量特征应一致, 但受后期工业“三废”、增施肥料和农药、植物的吸收和利用等因素影响, 使其含量特征产生明显差异。Mg、Ca、Al、Zn、Mo、Cr、Na、Co、Bi、Si、Sr、V 在浅层和深层土壤中的平均值变化不大, 说明这些元素基本未受后期叠加影响或影响达平衡。P、S、Se、Cd、Pb、Hg、Sn、Ti 浅层土壤的平均值高于深层的, 而这些元素中的大部分与污染源有关, 进一步说明已有后期叠加, 尤其 S、Se、Hg, 浅层含量分别是深层含量的 1.50、1.91、1.44 倍, 说明这些元素污染明显。与深层土壤中元素含量对比, K、Mn、Cu、B、F、As、Fe、Sb、Bi、Ni 在浅层土壤中含量略低; 其中 K、Mn、Cu、B、Fe 为农作物生长所需元素, 可能因吸收量较大, 出现降低趋势; As、Sb、Bi 为中低温热液元素, 受地热源的控制作用和地表扩散作用的影响, 故深层略高于浅层。

浅层土壤元素含量与山东省土壤对比, 各元素含量平均值基本相当, 仅部分存在差异; 其中与土壤环境质量关系密切的 Cu、F、As、Cd、Pb、Hg、Cr 等元素含量明显偏高, 这些元素与厂矿企业分布、污水废水排放、大气烟尘回落关系密切, 是衡量污染程度的主要指标。说明济南地区的污染程度高于全省其它地区; 因此, 应该重视和加强省会城市济南的污染治理和环境保护。

4 土壤质量综合评价

N、P、K、Cu、Zn、B、Mo、Mn、Fe 是农作物生长所需的主要营养元素^[3], 利用其含量和分布特征, 进行土壤质量评价, 对改善农作物布局, 提高农作物产量和品质等方面具有重要意义。

4.1 浅层土壤中元素有效态含量分布特征

元素的有效态含量是土壤对作物供应能力的衡量, 直接影响农作物的生长、产量和品质。土壤有效态含量高低, 受土壤种类、pH 值、氧化还原电位、元素的拮抗作用等条件影响极大, 因此有效态对比必须建立在同地貌单元、同土壤类型、同酸碱度基础上进行才有意义。由于全球、全国没有有效态值系统资料可以利用, 故仅用全省资料与研究区资料做对

表 2 土壤中元素有效态含量统计

元素	N	P	K	Cu	Zn	B	Mo	Mn	Fe
研究区	55.7	7.51	1010	2.87	0.87	0.56	0.034	10.9	6.39
全省	43.9	16.2	94.0	1.54	0.97	0.33	0.110	150	16.3
临界值	20	5	80	0.2	0.50	0.50	0.15	100	4.5

注:样品分析单位为山东省地质科学实验研究院。 $w(K、N、Fe)/\%$, $w(\text{其它})/10^{-6}$, 表 3 同。

比,目的是了解研究区土壤在全省所处的营养水平。

表 2 表明, N、K、Cu、B 有效态含量既高于全省土壤值,又高于土壤临界值,说明区内土壤中诸元素均处在足量级水平以上,供肥能力优于全省土壤,特别是 B 在全省土壤中平均值远低于土壤临界值,全省土壤中普遍缺 B,而研究区内 B 有效态含量高于临界值,说明 B 含量丰富。P、Zn、Fe 低于全省土壤平均值,而高于土壤临界值,说明除局部土壤外,均在足量级水平以上。Mo、Mn 有效态含量远低于全省土壤平均值和土壤临界值,仅是全省土壤平均值的 30% 和 7%,土壤临界值的 23% 和 11%,故区内土壤出现 Mo、Mn 的大面积缺乏区,需增施相应微肥,以满足作物稳产高产的需要。研究区内闻名全国的黄河大米生长过程中,发现水稻有不同程度的早死病,就是上述元素严重缺乏所致。

4.2 土壤质量分区方法

元素有效态含量是农作物直接吸收利用的养分,它的丰缺对农作物产量、品质有直接关系,因此,利用土壤中元素有效态值,进行土壤质量分区具有现实意义,同时,该法也是农业部门进行土壤肥力分区的常用方法。其具体是以土壤临界值为标准,将土壤质量分为 5 级,即低于土壤临界值部分分为极缺乏区和缺乏区,高于土壤临界值部分,进一步细分为适量区、丰量区和极丰量区。各元素有效态含量分区数据列于表 3。

表 3 土壤中元素有效态含量分区

元素	土壤质量分区					临界值
	极缺乏区	缺乏区	适量区	丰量区	极丰量区	
N		<20	20~40	>40		20
P	<2.0	2.0~5.0	5.0~10	10~20	>20	5
K	<40	40~80	80~120	120~160	>160	80
Cu	<0.1	0.1~0.2	0.2~1.0	1.0~1.8	>1.8	0.2
Zn	<0.3	0.3~0.5	0.5~1.0	1.0~3.0	>3.0	0.5
B	<0.2	0.2~0.5	0.5~1.0	1.0~2.0	>2.0	0.5
Mo	<0.1	0.1~0.15	0.15~0.2	0.2~0.3	>0.3	0.15
Mn	<7.0	7.0~9.0	9.0~15	15~30	>30	9.0

4.3 土壤质量综合评价

据前述土壤质量分区方法,对研究区土壤中有

效态 N、P、K、Cu、Zn、B、Mo、Mn 进行统计,得出土壤质量分区(表 4)。土壤中有有效态 Cu 含量均高于土壤临界值,并且大部分落在丰量区和极丰量区内;有效态 Mo 的含量值远低于土壤临界值,并且全部落在极缺乏区内。因此,区内土壤中不缺铜、缺钼是其中一个重要特征。而有效态 N、Zn 含量值多在适量区和丰量区中,缺乏区和极缺乏区分布很少,可以确定研究区内基本不缺乏 N、Zn。有效态 P、B、Mn 含量有相当面积分布在缺乏区、极缺乏区内,说明 P、B、Mn 在区内局部存在缺乏和极缺乏区,这些特征应引起重视。

表 4 土壤质量分区面积统计 km^2

元素	极缺乏区	缺乏区	适量区	丰量区	极丰量区
N		18.0	333	1383	
P	72	408	498	576	180
Cu			12	120	1602
Zn	23	166	1080	347	118
B	36	729	831	138	
Mo	1734				
Mn	115	281	1173	165	

研究区内的黄河以东到小清河之间是济南黄河大米生产基地,土壤类型为普通潮土和盐化潮土,野外实地调研过程中发现水稻有不同程度的早死病,轻者减产,重者绝产,给农业生产带来巨大损失。通过本次工作发现,区内土壤中不但有效态 N、P、Zn、B、Mo、Mn 出现了明显的缺乏区,而且有效态 P、Zn、B、Mo、Mn 还出现了不同程度的极缺乏区,从而导致水稻生长所需养分供应不足,出现水稻生长不良症。此外,稻区利用小清河中的污水灌溉,使土壤中的有害元素累积叠加,如区内 As、Cd、Pb、Hg、Cr 平均值明显偏高,引起水稻的过量吸收出现中毒。这是造成水稻早死病原因之一。

5 结语

在济南—济阳土壤地球化学调查的基础上,认为区内土壤地球化学有如下特征。

(1) Cu、F、As、Pb、Hg 在土壤中原始含量偏高,是潜在污染源和引起地方病的隐患。而 P、S、Mn、Mo 在土壤中原始储备量不足是影响土壤质量主要原因。

(2) P、S、Se、Cd、Pb、Hg、Sn、Ti 平均值浅层土壤高于深层,说明有不同程度的后期叠加。而 Cu、F、As、Cd、Pb、Hg、Cr 等污染元素含量高于全省,说明济南地区污染程度高于全省其它地区;应重视和加

强省会城市济南的污染治理和环境保护工作。

(3) 有效态 N、K、Cu、B、P、Zn、Fe 高于土壤临界值,说明土壤质量较好,供肥能力较强。有效态 Mo、Mn 值远低于土壤临界值,导致土壤中出现 Mo、Mn 大面积严重缺量区,应引起高度重视。

参考文献:

- [1] 刘应平. 金堂县土壤地球化学特征[J]. 物探化探计算技术, 2001, 23(4): 357-359.
- [2] 夏立江, 王宏康. 土壤污染及其防治[M]. 上海: 华东理工大学出版社, 2001.
- [3] 戎秋涛, 翁焕新. 环境地球化学[M]. 北京: 地质出版社, 1998.

SOIL GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF JINAN-JIYANG AREA

PANG Xu-gui¹, JIANG Xiang-hong², LI Jian-hua², ZHANG Ying-ming³, HU Yan-Lei¹

(1. Shandong Institute of Geological Survey, Jinan 250013, China; 2. Shandong Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, Jinan 2500013, China; 3. Shandong Institute and Laboratory of Geological Science, Jinan 250013, China)

Abstract: Being a new frontier science, environmental geochemistry deals with the abundance and deficiency of elements and the quality of soil as well as the influence of these factors upon the agricultural environment. This paper has made a comparative analysis of geochemical characteristics of soil in the Jinan-Jiyang study area so as to probe into the above problem in this area.

Key words: geochemistry; nutrient elements; soil quality; ecological environment

作者简介: 庞绪贵(1962-),男,1983年毕业于河北地质学院物探系,获学士学位,研究员,现主要从事物化探勘查技术和管理工作。

上接 252 页

THE EFFECTIVENESS OF THE METHOD AND TECHNOLOGY FOR MUTTI-TARGET GEOCHEMICAL INVESTIGATION IN HEFEI CITY

LIU De-peng, YING Xiang-xi, DING Feng

(The Exploration and Technology Academe of Anhui Province, Bangbu 233005, China)

Abstract: Based on the test of methods and technologies for multi-target geochemical survey in shallow overburden area of Hefei City, this paper has put forward the method relatively suitable for multi-target geochemical survey in this area and described preliminarily the environmental conditions of the area, thus providing scientific grounds and basic data for the prevention and cure of local fluorine-excess and iodine-deficiency diseases and the tackling of agricultural and environmental problems. This test can serve as the basis for further multi-target geochemical survey.

Key words: multi-target geochemical survey; test of method and technology; ecological geochemistry; the first environment; the second environment

作者简介: 刘德鹏(1959-),男,高级工程师,现主要从事矿产地质勘查和地球化学勘查工作。