

## 章丘地区土壤硒的含量分布及影响因素

赵西强,张贵丽

(山东省地质调查院,山东济南 250013)

**摘要:**以章丘地区土壤为对象,系统分析了表层、深层土壤及8条剖面土壤中Se元素的含量水平,研究了土壤中Se的分布特征及其与土壤类型、成土母质、地形地貌和土壤理化性质及组分的关系。结果表明:章丘地区表层土壤中Se含量在0.1~0.8 mg/kg之间,以中硒土壤为主,富硒土壤面积173 km<sup>2</sup>。土壤类型中,水稻土Se平均含量水平最高,为0.55 mg/kg;成土母质中以石炭—二叠纪泥页岩发育的土壤Se含量最高;剖面土壤中的Se主要在表层富集。影响章丘地区土壤Se含量分布的主要因素是成土母质、地形地貌、土壤pH、有机质及土壤中硫、铁铝氧化物等组分。

**关键词:**土壤Se;分布特征;影响因素;章丘地区

**中图分类号:**S153

**文献标识码:**B

**引文格式:**赵西强,张贵丽.章丘地区土壤硒的含量分布及影响因素[J].山东国土资源,2015,31(3):46-49. ZHAO Xiqiang, ZHANG Guili. Distribution and Content of Selenium in Soil and Its Influence Factors in Zhangqiu Area[J]. Shandong Land and Resources, 2015, 31(3):46-49.

1999年至今,我国已完成1:25万多目标区域地球化学调查面积165万km<sup>2</sup>[1]。调查数据显示,在浙江、江西、青海等部分省市表层土壤中发现硒元素富集区[2-4],并开展了富硒土壤评价。

章丘地区曾进行过两次土壤地球化学测量,其中山东省地质科学研究院在2001年开展过“四珍一特”农业地质背景调查,山东省地质调查院于2006年在山东省黄河下游流域1:25万多目标区域地球化学调查的基础上,在章丘市中北部开展了面积为1027 km<sup>2</sup>的1:5万土壤地球化学调查,发现了富硒土壤168 km<sup>2</sup>。王存龙等研究了章丘大葱品质与富硒土壤环境的关系[5]。该文通过对章丘全区土壤中硒的分布及影响因素研究,为该区特色农产品种植规划,富硒土壤资源评价及富硒农产品开发提供基础地球化学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 调查区概况

章丘市位于山东省济南市东45 km,面积

1855 km<sup>2</sup>。属于中纬度地区,气候变化受季风影响较大,属暖温带季风区中的大陆性气候。调查区北部地势平坦,属微倾斜平原,中部为山前倾斜平原,海拔标高为60 m左右,大部分为第四纪地层沉积物覆盖,绣惠镇女郎山地区有三叠纪紫红色砂页岩出露;南部低山丘陵区海拔标高可达到100 m以上,最高峰是位于南部的鸡爪顶,海拔924 m。南部低山丘陵区出露少量石炭纪、二叠纪地层,山区主要为奥陶纪灰岩以及少量石炭纪泥岩、砂岩;东部白垩纪火山岩系发育,并伴有少量侏罗纪闪长岩类和三叠纪辉长岩类。

### 1.2 样品采集与分析

根据中国地质调查局多目标区域地球化学调查规范(DD2005-01)要求,采集了表层、深层土壤样和垂向剖面土壤样。表层土壤样的采样密度为1个样/km<sup>2</sup>,采样深度为0~20 cm,按照1个样/4 km<sup>2</sup>组合分析。深层土壤样品采样密度为1个样/4 km<sup>2</sup>,采样深度为150~200 cm,按照1个样/16 km<sup>2</sup>组合分析,剖面土壤分层取样。

收稿日期:2014-03-24;修订日期:2014-06-11;编辑:曹丽丽

基金项目:中国地质调查局国家专项“山东省典型市县级土地质量地球化学评估”(GZTR20080324)

作者简介:赵西强(1980—),男,山东曹县人,工程师,主要从事生态地球化学调查与评价工作;E-mail:382129295@qq.com



匀分布型。图 2 为章丘地区土壤剖面中 Se 的分布情况。从图中可看出,章丘地区土壤剖面中 Se 的分布除 p<sub>5</sub> 剖面外均表现为表层富集,即上层土壤中 Se 的相对含量是趋向增加的。Se 在土壤剖面中分布的多样性是受多种因素影响所致,其中成土母质为最重要的因素之一。

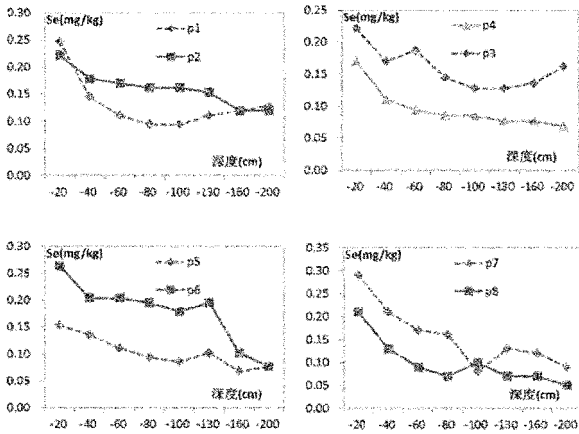


图 2 章丘地区土壤剖面中 Se 的含量分布

### 2.4 影响土壤中 Se 含量及其分布的因素

土壤中 Se 的含量分布除受成土母质影响较大外,还受到区域地形地貌特征、土壤理化性质、元素 Se 的形态及土地利用方式等因素的影响<sup>[11]</sup>。

#### 2.4.1 地形地貌对土壤 Se 分布的影响

章丘市总体具有南高北低的态势,坡度由北至南逐渐增大。区内第四纪地貌特征按成因可以分为 6 个单元:黄河冲积平原、山前冲积-洪积平原、山间冲积-洪积平原、剥蚀溶蚀丘陵、低山及中山(表 3)。

表 3 不同地貌类型土壤的 Se 含量

地貌类型	Se 含量范围	Se		样本
		平均值	标准方差	
黄河冲积平原	0.10 ~ 0.20	0.15	0.027	59
山前冲积平原	0.13 ~ 0.59	0.27	0.072	116
山间冲积平原	0.13 ~ 0.76	0.35	0.11	96
丘陵	0.19 ~ 0.80	0.37	0.13	27
低山	0.19 ~ 0.54	0.32	0.065	63
中山	0.10 ~ 0.41	0.28	0.071	58

由表 3 可见,山间冲积-洪积平原、丘陵及低山区土壤具有较高的 Se 含量,山前冲积-洪积平原与中山区土壤 Se 含量相当,而黄河冲积平原发育的土壤 Se 含量水平较低。不同地貌类型的土壤 Se 含量具有明显差异性,土壤中 Se 含量随海拔增高有增加的趋势。章海波等在研究香港土壤的 Se 元素含量

分布时,也发现表层土壤中 Se 含量与海拔高度呈显著正相关<sup>[12]</sup>。

#### 2.4.2 成土母质对土壤 Se 分布的影响

章丘地区主要的成土母质为三叠纪砂页岩、奥陶纪灰岩和白垩纪火山岩风化物,还有部分泰山岩群变质岩、石炭-二叠纪泥页岩(含煤地层)和冲积物母质。以砂页岩、泥页岩、灰岩、火山岩及变质岩中 Se 元素的平均含量水平表征 Se 元素在成土母质中的含量,冲积物母质以其发育的深层土壤(150 ~ 200 cm)中 Se 含量来反映<sup>[13]</sup>,并对不同母质类型发育的土壤中 Se 平均含量进行对比(图 3)。由图 3 可以看出,三叠纪砂页岩及石炭-二叠纪泥页岩发育的土壤中具有较高的 Se 水平,并与表层富 Se 土壤区相对应,而冲积物发育的土壤中 Se 含量较低。因此,土壤 Se 含量水平受成土母质的影响显著,母岩中 Se 含量高的地区,其发育的土壤中 Se 更易于富集<sup>[9]</sup>。

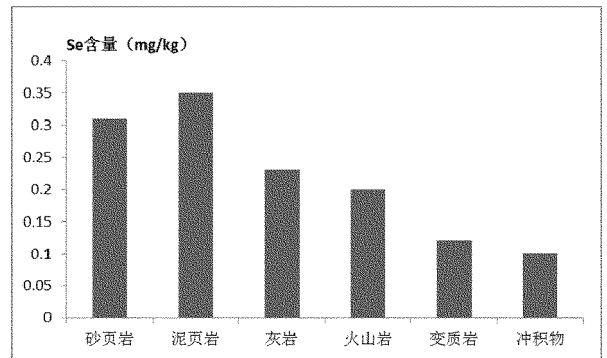


图 3 不同母质类型的土壤 Se 含量

#### 2.4.3 土壤理化性质及组分的影响

章丘地区表层土壤中 Se 含量与土壤 pH、有机碳及其他元素的相关性分析表明(表 4),土壤 Se 含量与土壤 pH 呈显著负相关( $r = -0.319, p < 0.01$ ),而与土壤中 C<sub>org</sub> 呈极显著正相关( $r = 0.842, p < 0.01$ )。

表 4 章丘地区表层土壤 Se 含量与其他元素的相关性

元素	Mn	Mo	S	C <sub>org</sub>	pH	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Se	0.348	0.571	0.621	0.842	-0.319	0.417	0.446

注:表中数据在 0.01 水平(单侧)上显著相关

土壤 pH、有机质是重要的理化指标,其中土壤 pH 对土壤 Se 的形态影响很大,在通气良好的碱性土壤中,难溶性的 SeO<sub>3</sub><sup>2-</sup> 被氧化为易溶的 SeO<sub>4</sub><sup>2-</sup>;而在中性和酸性土壤中,SeO<sub>3</sub><sup>2-</sup> 是主要的存在形式。通常,土壤对阴离子的吸附量是随土壤 pH 的降低而

增加的;土壤有机质在腐殖化过程中可产生腐殖酸和细颗粒胶体,增加了有机物结合态 Se 的含量<sup>[14]</sup>。

与土壤 Se 含量相关性较高的土壤元素还有 S ( $r=0.621, p<0.01$ ), Mo ( $r=0.571, p<0.01$ ), Mn ( $r=0.348, p<0.01$ ),  $\text{TFe}_2\text{O}_3$  ( $r=0.446, p<0.01$ ) 和  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ( $r=0.417, p<0.01$ ) 等。以往的研究者也发现土壤中 Se 含量与全硫呈显著性相关关系<sup>[12]</sup>。土壤中 Fe, Mn, Al 的全量与 Se 含量均有极显著的相关性,但 Fe 与 Se 的相关性强于 Al, Mn 与 Se 的相关性,这可能是由于不同的氧化物对 Se 的吸附能力不同引起的。同时,土壤中 Fe, Al 氧化物对 Se 的吸附受到土壤 pH 和氧化还原电位的影响,在相对还原环境下,活性  $\text{Fe}^{3+}$  易还原为  $\text{Fe}^{2+}$ , 就大大降低了对 Se 的吸附能力<sup>[15]</sup>。另一方面,土壤中被盐基离子淋失后的 Fe 和 Al 相对富集,这些因素形成了有利于土壤 Se 富集的地球化学环境。因此章丘土壤中有有机质及硫等有益元素的高背景也是土壤 Se 易富集的重要因素。

### 3 结论

章丘地区土壤 Se 含量在 0.1~0.8 mg/kg 之间,总体上属于中 Se 土壤。不同土壤类型中水稻土中 Se 平均含量最高;成土母质以石炭-二叠纪泥页岩发育的土壤 Se 含量最高,亦是表层土壤 Se 富集的重要因素。地形地貌、成土母质和土壤理化性及组分对 Se 的分布有较大影响。

## Distribution and Content of Selenium in Soil and Its Influence Factors in Zhangqiu Area

ZHAO Xiqiang, ZHANG Guili

(Shandong Geological Surveying Institute, Shandong Jinan 250013, China)

**Abstract:** Setting soil in Zhangqiu area as an example, the contents of Se in surface soil, deep soil and section 8 profiles have been analyzed comprehensively, distribution characteristics, and the relation between distribution and soil types, soil parent materials, topography, geophysical and geochemical property and components have been studied as well. It is showed that the content of Se in surface soil is 0.1~0.8mg/kg. It is mainly composed of selenium - medium soil, while the square of selenium - rich is 173km<sup>2</sup>. Among soil types, the average content of Se in paddy soil is the highest as 0.55mg/kg; while among soil parent materials, the content of Se in Carboniferous - Permian soil is the highest. Se is concentrated in the surface in profile soil. The main factors affected the distribution of Se content in Zhangqiu area are soil parent material, topography, soil pH, organic matter, sulfur, iron and aluminum oxides and other components.

**Key words:** Selenium(Se); distribution and contents; influencing factors; Zhangqiu area

### 参考文献:

- [1] 奚小环,李敏.现代地质工作重要发展领域:“十一五”期间勘查地球化学评述[J].地质前缘,2013,(3):161-169.
- [2] 郦逸根,董岩翔,郑洁,等.浙江富硒土壤资源调查与评价[J].第四纪研究,2005,25(3):323-330.
- [3] 谢振东,袁存堤,付政羚,等.富硒土壤资源开发利用种植试验研究[J].资源调查与环境,2010,31(2):144-148.
- [4] 张洋,张荣,孙小凤.青海省硒资源开发利用研究[J].资源与环境科学,2011,22(3):277-281.
- [5] 王存龙,王增辉,郑伟军,等.章丘市富硒土壤环境对大葱品质的影响[J].安徽农业学报,2011,39(27):16577-16580.
- [6] 万广华.山东土壤[M].北京:中国农业出版社,1994.
- [7] 魏复盛.中国土壤元素背景值[M].北京:中国环境科学出版社,1990.
- [8] 李家熙,张光弟,葛晓立,等.人体硒缺乏与过剩的地球化学环境特征及其预测[M].北京:地质出版社,2000.
- [9] 刘铮.中国土壤微量元素[M].南京:江苏科学技术出版社,1996.
- [10] 王美珠,章明奎.我国部分高硒低硒土壤的成因初探[J].浙江农业大学学报,1996,22(1):89-93.
- [11] 布和敖斯尔,张东威,李力.土壤硒区域环境分异及安全阈值的初步研究[J].土壤学报,1995,32(2):186-193.
- [12] 章海波,骆永明,吴龙华,等.香港土壤研究 II.土壤硒的含量、分布及其影响因素[J].土壤学报,2005,42(3):404-410.
- [13] 李杰,杨志强,刘枝刚,等.南宁市土壤硒分布特征及其影响因素探讨[J].土壤学报,2012,49(5):1013-1019.
- [14] 瞿建国,徐伯兴,龚书椿.上海不同地区土壤硒的形态分布及其有效性研究[J].土壤学报,1998,35(3):398-403.
- [15] 武少兴,龚子同,黄标.我国土壤中的溶态硒含量及其与土壤理化性质的关系[J].中国环境科学,1997,17(6):522-525.