

山东省巨野县土壤 B 和 Mo 地球化学特征及有效态的周期变化

王增辉, 谢颂诗, 王红晋, 刘华峰, 代杰瑞

(山东省地质调查院, 山东 济南 250014)

摘要:植物对土壤微量元素的需求和大量元素不同,有相当大的比重仍然依靠土壤本身提供,通常不经其他途径补给,土壤微量元素受成土母质控制,同时受表生作用影响,在各地分布往往具有显著的差异。通过对巨野县表层土壤地球化学调查,可以发现微量元素的分布规律,研究元素总量的控制机理,进而了解表生作用对该地区乃至整个黄河下游冲积平原区土壤地球化学环境的影响。研究发现,区内土壤 B 略缺乏,Mo 和黄河下游流域背景一致,均远低于山东和全国水平。巨野组和鱼台组的分布与 Mo 元素异常分布相吻合。土壤粒度和质地对元素含量有一定影响,区内砂质土壤 Mo 含量较低,粘质土壤较高,B 在各类土壤中含量水平基本一致,与土壤质地关系不明显。与数年前土壤调查数据对比发现短期内表生作用对 Mo 的影响较显著,土壤 B 的流失十分显著,B 和 Mo 在局部地区的年变化率可达 1% 以上。土壤有效态 B 和 Mo 的变化具有显著的周期性,夏季有效态含量较秋季增加明显,有效 Mo 增长显著。

关键词:土壤;硼;钼;地球化学特征;有效态;周期变化;巨野县

中图分类号:P632

文献标识码:B

引文格式:王增辉,谢颂诗,王红晋,等.山东省巨野县土壤 B 和 Mo 地球化学特征及有效态的周期变化[J].山东国土资源,2016,32(4):51-55.WANG Zenghui, XIE Songshi, WANG Hongjin, etc. Geochemical Characteristics and Periodic Bioavailability Change of B and Mo in Soil of Juye County in Shandong Province[J].Shandong Land and Resources, 2016,32(4):51-55.

0 引言

植物对土壤微量元素的需求和大量元素不同,有相当大的比重仍然依靠土壤本身提供,通常不能经其他途径补给,土壤微量元素水平主要受成土母质控制,黄河冲积平原区第四系沉积物覆盖物由于经历了相似的地质和地球化学演化过程,区内土壤基本物质组成和植物必需大量元素空间分布差异较小,因此在进行地球化学分区时往往将这一区域划为同一地球化学区(省)^①。然而由于成土过程的多期性、成土母质的复杂性以及表生作用影响,微量元素分布存在明显的地区差异^[1]。近年来随着对土壤微量元素的日益重视,土壤微量元素的分布和控

制因素也成为地球化学研究关注的重点^[2-3]。

巨野县位于鲁西南地区中部,面积 1 308 km²,该区域基岩出露面积很小,第四系和新近系厚度自西向东递增,土壤以潮土和盐化潮土为主,质地主要为粉质粘土、粉砂及粉、细砂层及粘土。依据山东省黄河下游流域多目标区域地球化学调查的成果,结合区内以往研究成果及国内、外第四纪地质研究的新进展,工作区第四纪地层自下而上划分出大站组、单县组、巨野组和鱼台组 4 个地层单位^①。

1 研究方法

区内表层土壤调查方法按 1:5 万土地质量地球化学评估要求进行,取样间距 500 m×500 m,范围覆

收稿日期:2015-07-14;修订日期:2015-08-19;编辑:曹丽丽

山东省地质勘查项目:(鲁勘字(2011)47号)

作者简介:王增辉(1980—),男,山东济南人,高级工程师,主要从事农业地质、环境地球化学工作;E-mail:269304558@qq.com

①山东省地质调查院,山东省黄河下游流域 1:25 万多目标区域地球化学调查报告,2006 年。

盖全县,共取样 5 270 件。土壤有效态调查按 1 处/64 km² 布设取样点,共 40 处(图 1),分别在秋收(2012 年 10 月)和夏收(2013 年 7 月)时段进行样品采集,以考查耕作制度对土壤元素有效态的影响。

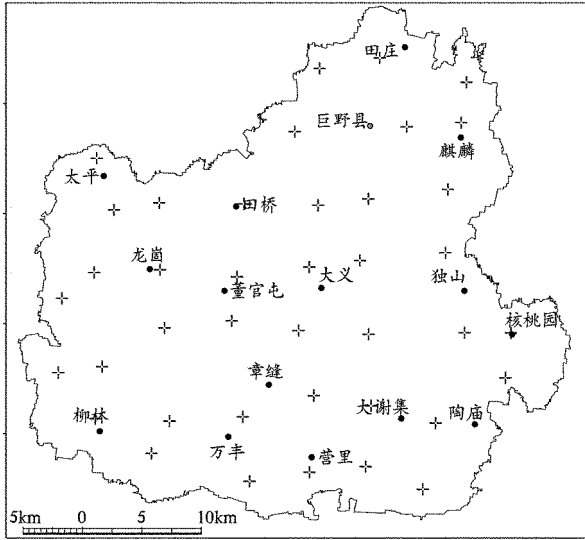


图 1 巨野县土壤有效态调查点位图

2 结果与讨论

2.1 微量元素区域背景及异常

区内微量元素全量很大程度上受黄河沉积物母质决定,巨野县表层土壤 B、Mo 与全国、全省^[4]以及山东省黄河下游流域对比^①,发现 B 高于全省但略低于黄河流域和全国背景,Mo 远低于山东和全国水平(表 1),该特点与山东北部平原调查结果接近^[5]。

表 1 区内微量元素含量水平对比 (mg · kg⁻¹)
(按均值±3 倍标准差剔除离群值后统计)

元素	样本数 (个)	最小值	最大值	算数 均值	黄河下游 平原表层	山东 (A 层)	中国 (A 层)
B	5227	32.4	59	45.6	51.52	38.6	47.8
Mo	5104	0.26	0.82	0.526	0.563	6	2

微量元素分布与土壤成因类型关系密切,巨野组与鱼台组成因类型均为黄河河漫滩(泛滥平原),物质来源均为黄河中上游,但二者微量元素含量有所差别,鱼台组主要分布在巨野县东北部和东南部,其岩性为一套棕红色粘土、亚粘土,偶夹粉砂质粘土,土壤 Mo 含量相对最高,离散程度较大,但 B 含量相对最低。巨野组主要岩性为灰黄色粉砂土、粘质粉砂土与棕红色粉砂质粘土、粘土互层,在全区面积占比最大,土壤 Mo 含量低于鱼台组,但高于单县组和

大站组,B 含量恰好相反。巨野组和鱼台组的分布与区内 Mo 元素异常分布相吻合,说明地质单元对元素基本分布状况的控制显著。大站组主要分布于核桃园镇及独山镇,岩性主要为土黄、灰黄色粉砂质粘土,含钙质结核或结核层、砂砾层。成因类型为风积-洪积、坡积,物质来源主要为远源风成黄土,夹少量原地冲洪积砂砾石。B 含量相对最高,其他元素相对最低。单县组成因类型为黄河古河道及决口扇,区内呈带状分布,主要岩性为灰黄色细-粉砂土夹褐黄色粘质粉砂土及少量棕红色粘土。受其物质成分较均一的影响,元素 B 和 Mo 的含量及离散程度均较低,各地质单元统计情况见表 2。

表 2 各地质单元微量元素含量对比 (mg · kg⁻¹)

地质类别	样品数	统计指标	B	Mo
大站组	142	标准偏差	6.1	0.13
		平均值	46.6	0.5
单县组	1367	标准偏差	4.7	0.1
		平均值	46.3	0.48
巨野组	3122	标准偏差	4.6	0.12
		平均值	45.7	0.55
鱼台组	611	标准偏差	4.1	0.14
		平均值	43.5	0.61

土壤粒度和质地对元素含量有一定影响,从表 3 可以看出,区内砂质土壤 Mo 含量较低,粘质土壤较高,与土壤成分细分分类关系不明显。从成土作用过程对部分微量元素也存在一定影响,B 在县内各类土壤中含量水平基本一致,与土壤质地关系不明显。

表 3 主要土壤类型微量元素含量均值对比 (mg · kg⁻¹)

土壤类型		样品数	B	Mo
潮土	潮土	3542	45.6	0.55
	砂质潮土	438	45.4	0.46
	壤质潮土	2614	45.6	0.54
	粘质潮土	490	45.9	0.63
脱潮土	砂质脱潮土	205	45.3	0.48
盐化潮土	盐化潮土	1467	45.5	0.53
	壤质氯化物盐化潮土	385	45.5	0.53
	砂质硫酸盐盐化潮土	142	45.6	0.52
	壤质硫酸盐盐化潮土	905	45.5	0.53

从图 2 和图 3 可以看出,B 与其他各元素的相关性均不明显,各地土壤 B 含量水平较一致。Mo 在巨野县东北部的麒麟镇及西南部的龙固镇-董官屯一带存在两处明显的正异常区,以县西北和中东部最为缺乏。

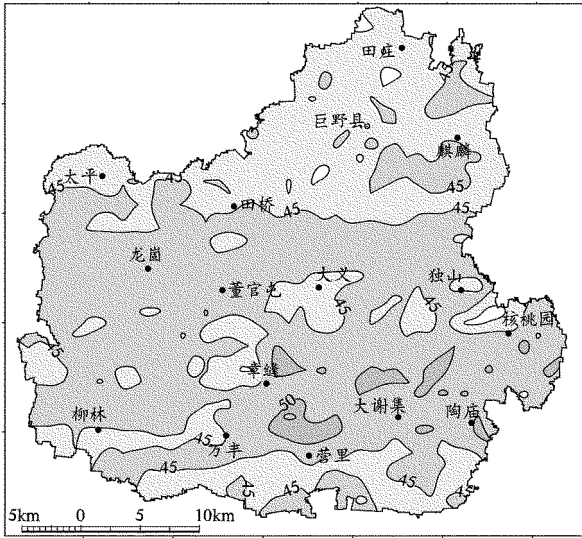


图 2 巨野县 B 分布图($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)

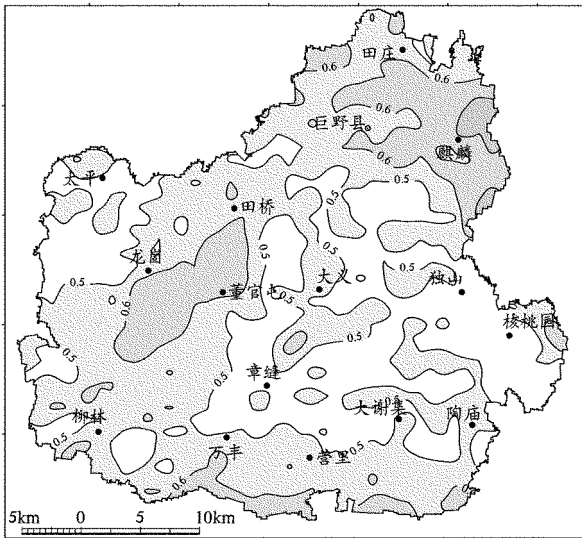


图 3 巨野县 Mo 分布图($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)

2.2 2003—2012 年变化量

长期施肥、灌溉和耕作等作用可以造成微量元素的流失或积累^[6-8]。黄河下游流域 2003 年开展的 1:25 万多目标区域地球化学调查是巨野县前期开展的最为详尽的地球化学调查工作,每个多目标调查数据样点与该网格内的 4×4 个样点对应,与该次调查相比,调查手段类似,分析过程一致,利用该调查得到的表层土壤微量元素数据与该次调查得到的数据进行对比,可以较精确地了解区内土壤微量元素在 9 年前后的增减情况。这里使用元素含量相对 2003 年同网格含量数据的增长率来表达元素含量增减情况,对增长率超过 10% 和低于 -10% 的

区域进行划分可以发现,除城区和万丰—陶庙一带 B 含量基本无变化外,大部分地区 B 是减少的。Mo 在田庄、太平、龙崮、独山等地以升高为主,中部和南部的局部地区显示降低为主。从该地区来看,随着时间推移,包括人类活动在内的表生作用对 Mo 总量的影响导致各地差异化逐渐增强,土壤 B 的流失十分显著,B 和 Mo 局部地区的年均变化率均可达 1% 以上(图 4、图 5)。

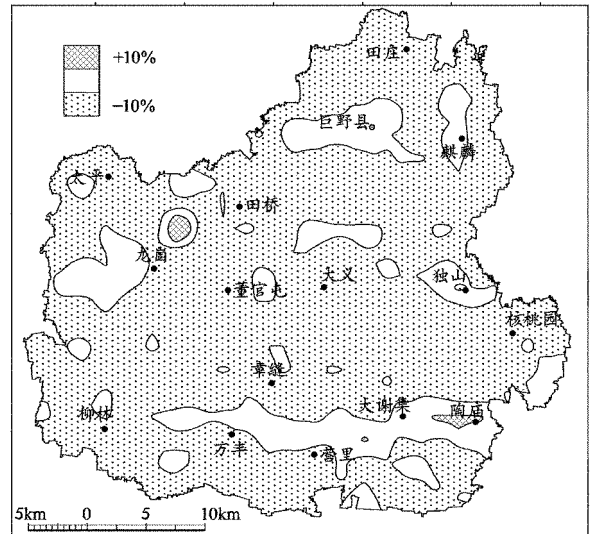


图 4 巨野县土壤 B 增长率图(2003—2012)

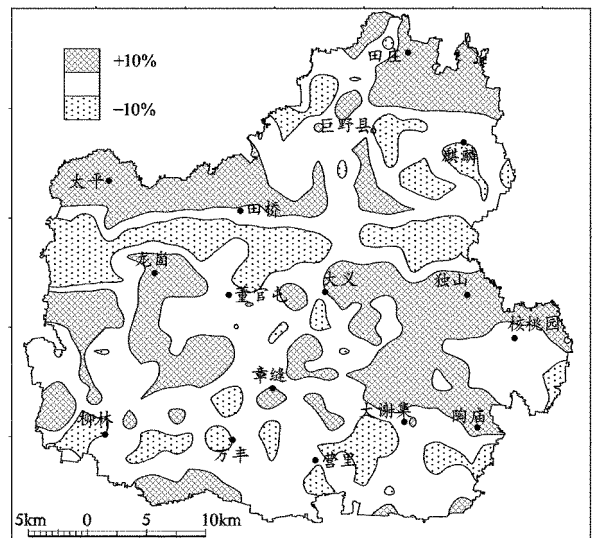


图 5 巨野县土壤 Mo 增长率图(2003—2012)

2.3 微量元素有效态

县内土壤有效态 B 普遍高于土壤缺 B 临界值 $0.5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,有效 Mo 远低于土壤缺 Mo 临界值 $0.15 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,处于严重缺乏状态,这对玉米和部分蔬菜

的生长是不利的, B 和 Mo 有效态与全量相关性较差, 两次调查发现的有效态含量变化也比较明显, 增加趋势明显(图 6~图 9)。

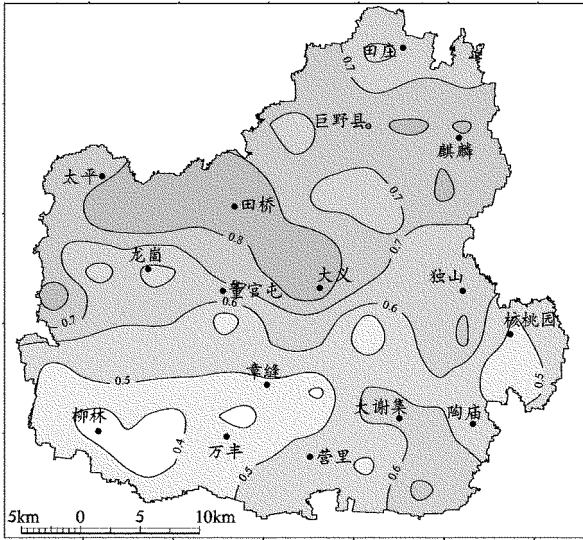


图 6 巨野县土壤有效 B 分布图($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)
(2012 年 10 月)

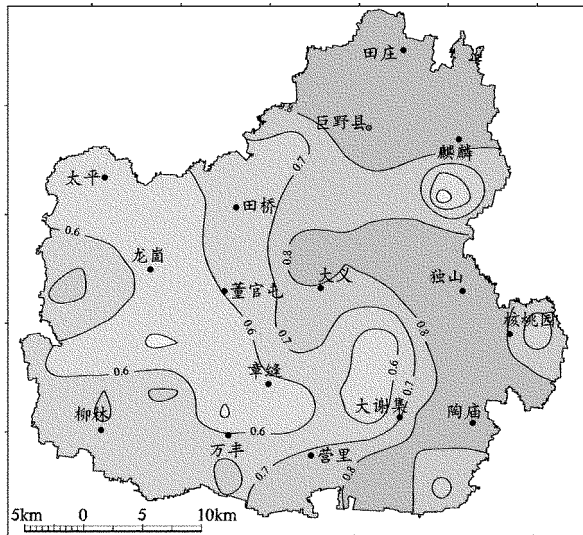


图 7 巨野县土壤有效 B 分布图($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)
(2013 年 7 月)

土壤中元素有效态的含量在空间分布上受元素全量分布和成土母质制约, 同时也直接受到土壤酸碱度、耕作制度、栽培管理、气候及生态条件等多种复杂条件的影响, 随着一年里各种条件的改变, 元素有效态量呈现显著的周期性变化。两次调查有效态含量结果对比显示夏收时 B 和 Mo 有效态较先前秋收时明显增加, 有效 Mo 平均增长达 45.82%, 达

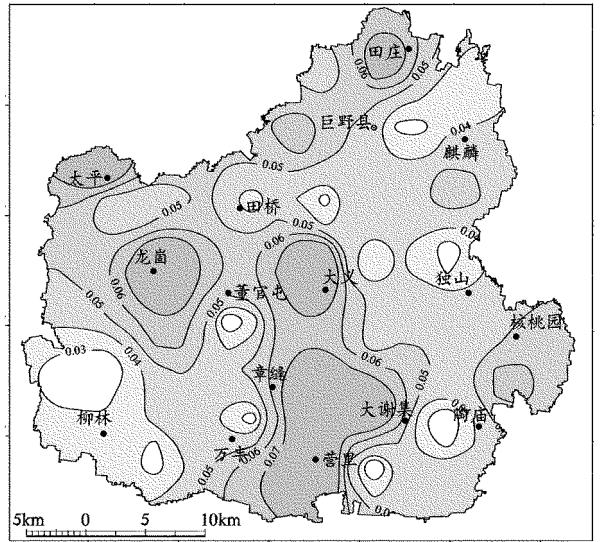


图 8 巨野县土壤有效 Mo 分布图($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)
(2012 年 10 月)

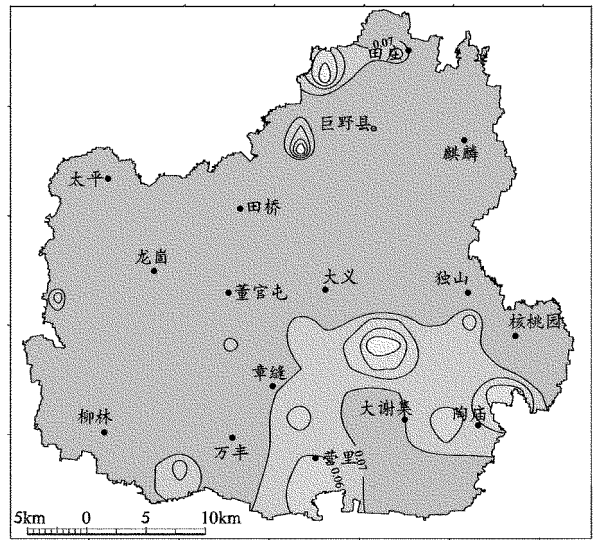


图 9 巨野县土壤有效 Mo 分布图($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)
(2013 年 7 月)

$0.097 \text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 一定程度上改善了土壤 Mo 缺乏状况; 区内土壤有效 B 平均增长 12.63%, 平均为 $0.728 \text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 东南部地区相对更明显, 由于 B 对棉花种植具有显著的促进作用^[9], 有效 B 的增长对该地区棉花栽种十分有利。

3 结语

土壤微量元素全量受表生作用影响会出现变化, 各地浓集或分散的趋势不尽相同, 尽管变化较缓

慢,但长期来看土壤微量元素的流失现象不容忽视,该文暂以变化率 $\pm 10\%$ 以内视为元素含量稳定阈值,严格的微量元素全量的变化规律和影响因素值得进一步研究。影响元素有效态的因素众多,该次调查显示,尽管平原区土壤微量元素含量区间和 pH 背景较一致,各地元素有效态差异仍十分明显,相对元素全量而言其有效态含量的变化则更为剧烈,短期内随季节或耕作规律呈周期性变化,其变化量甚至可能掩盖年际变化,因此不同地区有效态数据对比时应特别关注调查时间,在进行土壤有效态调查时应在充分了解调查区耕作制度的同时,对取样季节和气候等条件作出严格限定,土壤元素有效态的控制因素值得进一步研究。

参考文献:

[1] 庞绪贵,崔元俊,王晓梅,等.山东省生态地球化学调查与评价

综述[J].山东国土资源,2013,29(9):10-15.

- [2] 李德胜,杨忠芳,靳职斌,等.太原盆地土壤微量元素的地球化学特征[J].地质与勘探,2004,(5):86-89.
- [3] 朱静,黄标,孙维侠,等.农田土壤有效态微量元素的时空变化及其影响因素研究[J].南京大学学报(自然科学),2007,(1):1-12.
- [4] 国家环境保护局,中国环境监测总站.中国土壤元素背景值[M].中国环境科学出版社,1990:88-89.
- [5] 王存龙,蒋文惠,赵西强,等.山东乐陵河口地区土壤质量评价与地力提升技术研究[J].山东国土资源,2013,29(12):57-63.
- [6] 魏孝荣,郝明德,张春霞,等.长期施用微量元素肥料对土壤微量元素含量的影响[J].干旱地区农业研究,2002,(9):22-25.
- [7] 李德成,花建明,李忠佩,等.不同利用年限蔬菜大棚土壤中微量元素含量的演变[J].土壤,2003,35(6):495-499.
- [8] 魏明宝,魏丽芳,胡波,等.长期施肥对土壤微量元素的影响进展研究[J].安徽农业科学,2010,38(22):11951-12018.
- [9] 山东省土壤肥料工作站.山东土壤[M].中国农业出版社,1994:396.

Geochemical Characteristics and Periodic Bioavailability

Change of B and Mo in Soil of Juye County in Shandong Province

WANG Zenghui, XIE Songshi, WANG Hongjin, LIU Huafeng, DAI Jierui
(Shandong Geological Surveying Institute, Shandong Jinan 250014, China)

Abstract: Different from the major elements, the microelements for plants are mainly provided by soil itself rather than any other ways, the content levels of microelements in the soil are defined by its parent material, in the meantime, the distribution of them in different areas often have significant differences because of the hypergenesis effect. Through geochemical survey of the surface soil in Juye county, distribution pattern and the controlling factors of the microelements can be found, which can help us to understand the influence of hypergenesis on the geochemistry environment in this region and even the whole plain of lower reaches of the Yellow River. It is showed that the content of B in soil in this region is slightly lacking, like the background value of the plain, the content of Mo in the soil in this region is far lower than average level in Shandong province and the nation. The anomaly distribution area of Mo matches the distributions of Juye and Yutai formations, soil particle size and texture have a certain effect on the elements contents, the content of Mo in sandy soil is lower than in the clay soil, the contents of B in all types of soils are basically equal, no obvious relationship with soil texture was found. Comparing with soil survey data several years ago, it is showed that the hypergenesis has a great impact on the distribution of Mo in short term, the loss of B in soil is very significant, the annual change rates of B and Mo in some areas can be up to 1%. The bioavailability of B and Mo in soil changes periodically, the bioavailable contents are relatively higher in summer than in autumn, the increase of Mo is especially significant.

Key words: Soil; B; Mo; geochemical characteristics; periodic change; Juye county