

济宁南部优质大米产地土壤地球化学特征

谭肖波, 薄本玉, 周付彬, 戴振芬, 陈洪年

(山东省鲁南地质工程勘察院, 山东 兖州 272100)

摘要:对济宁南部优质大米产地的不同层位土壤样品的分析结果进行统计,分析了土壤元素的分布特征,证实除P的含量稍低于山东省平均值外,其他元素含量均高于山东省平均值,土壤质量良好,营养水平较高。但Cu, F, As, Cd, Pb, Hg, Cr在土壤中原始含量偏高,是潜在污染源和引发地方病的隐患。通过土壤环境质量评价和土壤肥力评价,结果表明该区土壤环境质量较好,大部分地区肥力优良或尚可,但个别地段因重金属污染超标成为质量较差区,应引起人们的重视,以确保粮食生产安全。

关键词:大米;土壤地球化学;环境质量;土壤肥力;济宁南部

中图分类号:P591

文献标识码:A

“济宁市南部农业地质调查”项目是山东省国土资源厅以鲁国土资字[2005]753号文下达到山东省地质矿产勘查开发局的矿产资源补偿费项目之一,委托山东省鲁南地质工程勘察院实施了该项目。2006—2007年,通过在济宁南部开展1:10万农业地质调查工作,基本掌握了有关元素在土壤中的分布特征,为了解该区土壤地球化学特征,开发资源、环境和可持续发展战略研究提供了基础地球化学资料。

1 研究区地质背景及土壤类型分布

研究区位于山东省济宁市南部京杭大运河与微山湖以西的平原区,包括鱼台县全部以及济宁市任城区、金乡县和嘉祥县的部分乡镇。这里土地肥沃,水利设施齐全,农业基础较好,是著名的国家商品粮、优质大米和淡水鱼生产基地,有山东省“鱼米之乡”之美誉。其大米因质量好、营养价值高远近闻名,鱼台大米获得了省部级优质产品称号。

区内属温带半湿润季风气候,四季分明,日照充沛,多年平均气温13.6℃,多年平均降水量为649.4mm,雨季多集中在7、8月份。研究区属华北地层大区、鲁西地层分区济宁地层小区,第四纪地层

广泛分布,最大厚度350m左右。除出露小面积第四纪全新世巨野组、单县组外,其余出露地层全部为鱼台组。区内构造以断裂发育为突出特点,主要有孙氏店断裂、嘉祥断裂和鱼台断裂,未发现岩浆岩。

受气候、地形、母质、生物、时间等自然因素综合作用,土壤分布以水稻土为主,特点为东西成带,西部浅平洼地区分布的潮土型幼年水稻土和东部滨湖区分布的湿潮土型幼年水稻土,2个土属的分布面积占到了研究区的78%,另有壤质潮土、黏质潮土、盐化潮土、砂礓黑土型幼年水稻土、盐化潮土型幼年水稻土、潜育型幼年水稻土等分布在研究区外围^①。

2 大米样品采集与分析

在主要稻区对不同品种水稻取果实样品10件进行分析,用精米进行检测,检测项目包括:养分分析项目N, P, K, Ca, Mg, Na, Zn, Cu, Fe, Mn, Se;品质分析项目蛋白质、粗脂肪、糖类、灰分;有害成分分析项目Pb, As, Hg, Cd, F以及农药残留六六六、滴滴涕共计22项。

对检测结果进行统计,其有益元素粗脂肪, Ca, Cu, Zn等均显示出高水平,研究区大米的显著特点就是蛋白质含量高,营养价值丰富。参照《粮食卫

* 收稿日期:2009-01-15;修订日期:2009-05-21;编辑:陶卫卫

作者简介:谭肖波(1980—),男,山东济宁人,工程师,主要从事水工环地质、灾害地质研究工作。

①山东省鲁南地质工程勘察院,陈洪年、谭肖波、张昭伟等,山东省济宁市南部农业地质调查报告,2007年。

生标准》(GB2715-2005)和《无公害食品大米》(NY5115-2002),该区大米中的有害元素均不超过粮食卫生标准和无公害食品大米标准(表1),由此可见,该区大米已达到无公害食品的标准。

表1 研究区大米有害元素与相关标准对比 (mg/kg)

项目	铅	砷	汞	镉	六六六	滴滴涕	
样品	D ₁	—	0.05	0.008	0.02	—	—
	D ₂	—	0.04	0.007	0.01	—	—
	D ₃	—	0.05	0.008	0.009	—	—
	D ₄	—	0.07	—	0.01	—	—
	D ₅	—	0.05	0.006	0.02	—	—
	D ₆	—	0.06	0.004	0.01	—	—
	D ₇	—	0.06	0.005	0.009	—	—
	D ₈	—	0.09	0.006	0.04	—	—
	D ₉	—	0.04	0.006	0.01	—	—
	D ₁₀	—	—	0.009	0.01	—	—
粮食卫生标准	≤0.2	≤0.15	≤0.02	≤0.2	≤0.05	≤0.05	
无公害食品大米标准	≤0.2	≤0.5	≤0.02	≤0.2			

3 土壤地球化学特征

3.1 土壤样品采集与分析

将研究区以4 km × 4 km划分为一个采样单元,采用“多坑点采集”、“多样品组合”的方法和“S”形布点原则,进行土壤样品采集工作。耕作层土壤样品的采集深度为0~20 cm,它是土壤的物理、化学和生物活动最为活跃的层位,与人类活动关系密切,受人类活动影响最大;为了对比分析,从土壤耕作分层的角度,在犁底层(采集深度为20~40 cm)和心土层(采集深度40~60 cm)也采集了一部分样品。对不同层位土壤样品定量分析了pH, As, B, Cd, Co, Cr, Cu, F, Hg, Li, Mn, Mo, Ni, P, Pb, Sr, Se, Zn, Cl, N, S, OrgC, SiO₂, TFe₂O₃, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, CEC(土壤阳离子交换量),总盐量、有效P、速效K、速效N、有机质项目。

3.2 土壤元素分布特征

通过对土壤不同层位元素含量统计分析(表2),并与山东省土壤元素含量值对比, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, Sr, F, B, Mo, Co, As, Cd, Cr, Pb, Hg含量高于山东省平均值,其中Cd含量是山东省平均值的1.81倍。除P的含量稍低于山东省平均值外,其他元素含量均高于山东省平均值,土壤质量良好,营养水平较高。这些元素中Cu, F, As, Cd, Pb, Hg,

Cr在土壤中原始含量偏高,是潜在污染源和引发地方病的隐患^[1]。B, Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, S, Mg, Ca等农作物生长有益元素含量较高,也反映了该区土壤质量较好的特性。

表2 土壤中元素含量统计 (μg/g)

元素	耕作层 (0~20cm)	犁底层 (20~40cm)	心土层 (40~60cm)	山东省 平均值
N	1629	746.25	555	
P	1629.04	641.75	628.17	776
K	22531.34	23244.41	21864.89	18300
S	550.51	317.5	251.67	
Ca	56559.11	66080.75	59714.64	38800
Mg	18205.06	19395	17540	11100
B	66.16	66.9	64.52	57.1
Fe	44035.32	45832.5	40588.33	30200
Cu	33	34.3	29.5	20.4
Zn	89.56	89.44	78.32	50.6
Mn	861.96	953.25	793.17	551
Mo	0.74	0.9	0.79	0.55
Cl	164	137.63	148.83	
Ni	40.5	43.78	37.7	
Na	7031.48	6278.67	8482.85	
Si	233111.71	224999.1	241914	
Co	16.6	17.9	15.57	11.7
Sr	217.61	221.5	217.83	186
Li	46.33	50.11	44.05	
Se	0.22	0.17	0.15	
As	16.78	19.65	16.4	10.9
Cd	0.28	0.22	0.19	0.105
Cr	88.65	91.73	83.15	63
F	758.63	756.38	697.5	453
Hg	0.05	0.03	0.03	0.028
Pb	29.42	28.1	24.68	14.4

注: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》。样品分析单位为湖北省地质实验研究所。

耕作层中土壤元素含量与山东省平均元素含量平均值对比,结果与犁底层和心土层土壤特性基本一致,仅有程度上差异,说明即使耕作层土壤受到了人类活动的影响,但仍未改变土壤中元素含量的基本特征。特别是N, P的含量值耕作层显著升高,与当地经常施用氮肥和磷肥有关。

区内不同层位土壤是在同一地貌单元、同一成土母质的基础上发育而成的,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,使其含量特征产生一定差异^[2]。N, P, S等主要营养元素和Se等部分微量营养元素的含量分布特征为耕作层>犁底层>心土层,受人工施肥等影响严重;而Ca, Mg, Fe, Cu,

Mn, Mo, Ni, Co, Sr, Li 等部分矿物元素和微量元素的含量分布特征为犁底层 > 耕作层 > 心土层; Fe, Cu, Mn 等元素为农作物生产所需元素, 可能因吸收量较大, 同时受物质的移动和积淀影响, 出现降低趋势; 其他元素含量分布在垂向上相差不大, 说明这些元素基本未受后期影响。

耕作层土壤元素含量与山东省土壤相比, 各元素含量均高于山东省平均值, 其中与土壤环境质量关系密切的 Cu, F, As, Cd, Pb, Hg, Cr 等元素含量偏高, 这些元素与厂矿企业分布、污废水排放、大气烟尘回落关系密切, 是衡量污染程度的主要指标。说明济南南部污染程度高于山东省平均水平, 应加强污染治理和环境保护。

4 土壤质量综合评价

4.1 土壤环境质量评价

依据《土壤环境质量标准》(GB15618-1995), 采用尼梅罗(N. L. Nemerow)法进行土壤环境质量综合评价, 综合指数公式:

$$P_{\text{综}} = \sqrt{\frac{\bar{P}^2 + P_{\text{max}}^2}{2}}$$

$$\bar{P} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i;$$

$$P_i = \frac{C_i}{S_i}$$

式中: $P_{\text{综}}$ —土壤污染物综合指数; \bar{P} —土壤中各污染物分指数 P_i 的平均值; P_{max} —土壤中各污染物分指数 P_i 的最大值; P_i — i 污染物的分指数; C_i — i 污染物的实值; S_i — i 污染物的 I 级标准(背景)值; n —土壤中污染物种类。

依据土壤环境质量三级分类法, 通过对单样品综合指数和单项指标达标率对比, 制定综合评价分类标准(表3), 并按该指标对各样品综合指数运算结果进行分类。

表3 土壤污染评价指数分级标准

级别	良好(I)	较好(II)	较差(III)	差(IV)
P	≤1	1~2	2~4	≥4

通过对区内表层土壤样品的综合指数评价结果可知, 区内大部分地区土壤环境质量为较好以上级别, 个别地段因重金属污染超标, 而成为质量较差区(图1)。

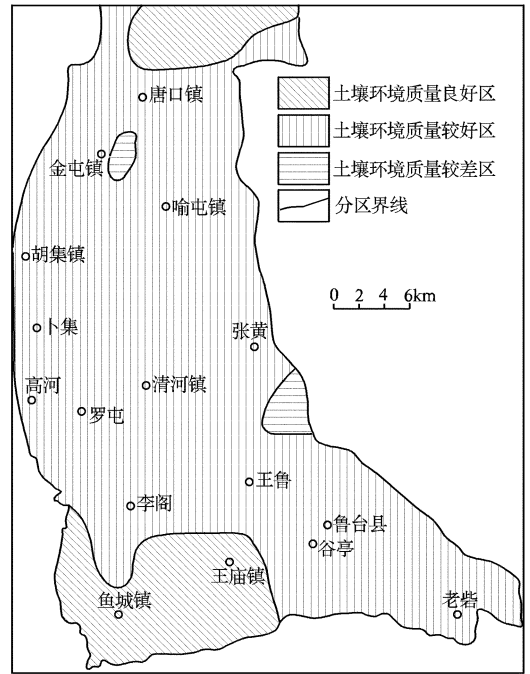


图1 土壤环境质量分区图

4.2 土壤肥力评价

参照《绿色食品产地环境质量标准》(NY/T391-2000)附录A中土壤肥力分级参考标准对土壤肥力进行评价^[3], 由于研究区多为水旱轮作地, 按肥力要求较高的水田进行评价(表4)。

表4 土壤肥力分级参考标准

项目	级别	水田	项目	级别	水田
有机质 (g/kg)	I	>25	有效钾 (mg/kg)	I	>100
	II	20~25		II	50~100
	III	<20		III	<50
全氮 (g/kg)	I	>1.2	CEC (cmol/kg)	I	>20
	II	1.0~1.2		II	15~20
	III	<1.0		III	<15
有效磷 (mg/kg)	I	>15	土壤质地	I	中壤、重壤
	II	10~15		II	砂壤、轻黏土
	III	<10		III	砂土、黏土

评价指标主要有6项, 分别为有机质、全氮、有效磷、有效钾、CEC和土壤质地, 考虑到这6种元素对土壤肥力的重要性, 采用单因子评价法进行评价, 将每个取样点的实测值与标准进行对比, 以6项评价因子的最差级别确定为该取样点的土壤肥力级别。依据统计结果, 求得每个点的级别, 并绘制土壤肥力评价分区图, 最后得出该区的土壤肥力分布情况(图2)。

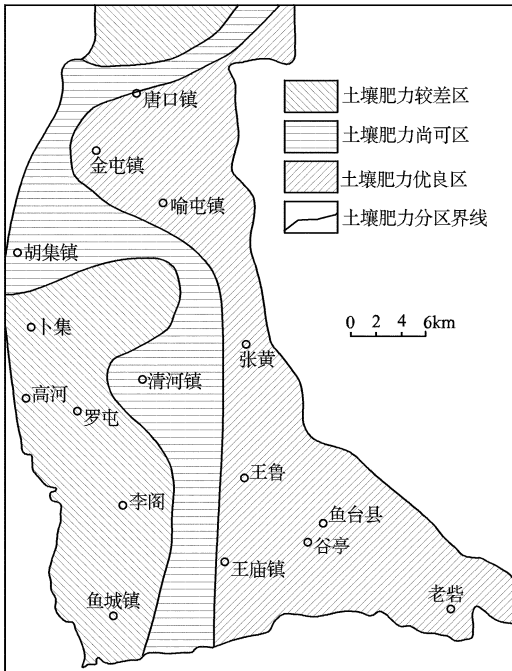


图2 土壤肥力评价分区图

由最后评价结果可知,研究区土壤肥力较差区主要分布在南部卜集—高河—罗屯—李阁—鱼城一带和北部小部分地区,占总面积的30%;东部唐口—喻屯—张黄—鱼台—老砦一带为土壤肥力优良区,占总面积的44%;中间地带为土壤肥力尚可区,占总面积的26%。通过分析可知,土壤肥力较差区的主要影响指标为有机质含量较低,该区应增施有机肥,以不断提高土壤肥力。

5 结语

在济宁南部地区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)除P的含量稍低于山东省平均值外,其他元素含量均高于山东省平均值,土壤质量良好,营养水平较高。Cu, F, As, Cd, Pb, Hg, Cr在土壤中原含量偏高,是潜在污染源和引起地方病的隐患。

(2)元素含量分布在垂向上相差不大,说明这些元素基本未受后期影响或影响达平衡。

(3)区内大部分地区土壤环境质量为较好区以上级别,个别地段因重金属污染超标,而成为质量较差区。

(4)As, Cd, Ni, Cu和Cr等重金属已造成不同程度的污染,过量的重金属在水稻的根、茎、叶以及籽粒中大量积累,不仅影响水稻的产量和品质及整个农田系统,并可通过食物链危及动物和人类的健康^[4],应引起人们的重视,以确保本区优质大米生产安全。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 庞绪贵,姜相洪,李建华,等.济南—济阳地区土壤地球化学特征[J].物探与化探,2004,28(3):253-256.
- [3] 山东省土壤肥料工作站.山东土壤[M].北京:中国农业出版社,1994.
- [4] 廖自基.微量元素的环境化学效应及生物效应[M].北京:中国环境科学出版社,1992:72-75.

Geochemical Charactersitics of Soil in

High - quality Rice Production in Southern Jining City

TAN Xiao-bo, BO Ben-yu, ZHOU Fu-bin, DAI Zhen-fen, CHEN Hong-nian
(Lunan Geo-engineering Exploration Institute, Shandong Yanzhou 272100, China)

Abstract: On the basis of statistics soil sample analysis results of samples gained from high quality of rice production in different layers in southern Jining city, analyzing distribution characteristics of soil elements, it is confirmed that in addition to the content of P is slightly below the average value, the contents of other elements are all higher than the average value in Shandong province. Soil quality is good with higher nutritional levels. However, the original content of Cu, F, As, Cd, Pb, Hg and Cr are slightly higher, which is potential sources of pollution and leads to endemic problems. Through quality evaluation of soil environment and soil fertility, soil environmental quality is good in most areas, and soil fertility is good or normal. But individual areas are poor quality areas due to excessive heavy metal contamination. It should be paid more attention to ensure safe food production.

Key words: Rice; soil geochemistry; environmental quality; soil fertility; southern Jining