

文章编号 : 0254 - 5357(2008)04 - 0269 - 05

鄱阳湖区农业环境质量地球化学分区

何伟相¹, 马逸麟^{1*}, 梅丽辉²

(1. 江西省地质调查研究院, 江西 南昌 330030 ;

2. 江西省赣西地质队, 江西 南昌 330201)

摘要 : 在《江西省鄱阳湖及周边经济区 1 : 25 万多目标地球化学调查》成果的基础上, 依据地球化学特征(包括土壤酸碱度、营养元素、有益元素丰缺、有机质含量、重金属污染情况等) 和环境质量情况(包括地貌类型分区和光、热、水影响条件) , 将全区划分为优质农业区、中等农业区、低级农业区等 3 种类型。其中, 优质农业区农业营养元素 Mg 比较丰富, Mn、Cu、Zn 及 Mo 等有益元素出现高背景分布, As、Cd、Pb 和 Hg 含量呈正常分布, 土壤重金属元素综合污染指数属无污染等级; 中等农业区营养元素 Mg 在背景值及高含量分布范围, Mn 等有益元素含量在低背景和高含量范围内, 表层土壤重金属 As 等综合污染指数为轻度污染; 低级农业区营养元素 Mg 含量属中等和缺乏, Mn 等有益元素在背景值和低含量分布, 属缺乏的元素含量, As 等有害元素为轻度污染和中度污染。

关键词 : 地球化学分区; 农业; 鄱阳湖区

中图分类号 : P596

文献标识码 : A

Geochemical Zoning Based on Agricultural Environmental Quality in the Poyang Lake Area

HE Wei-xiang¹, MA Yi-lin^{1*}, MEI Li-hui²

(1. Jiangxi Institute of Geological Survey and Research, Nanchang 330030, China ;

2. Gangxi Geological Brigade of Jiangxi Province, Nanchang 330201, China)

Abstract : On the basis of the results from the 1 : 250 000 Multi-purpose regional geochemical survey of the Poyang Lake and its surrounding economic areas, the paper classifies the whole area into three types of agricultural zones of the high-grade, medium-grade and low-grade based on its geochemical characteristics, including acidity and alkalinity of the soil, nourishing elements, abundance and lack of the useful elements, content of organic substances and degree of heavy metal pollution, etc. The environment conditions, such as landforms, sunlight, temperature and water resources are also considered in adjusting the local agricultural structure.

Key words : geochemical zone; agriculture; the Poyang Lake area

收稿日期 : 2008-01-19 ; 修订日期 : 2008-03-28

基金项目 : 国土资源地质大调查——江西省鄱阳湖及周边经济区农业地质调查项目资助(200414200008)

作者简介 : 何伟相(1970 -) 男, 江西樟树市人, 工程师, 主要从事基础地质调查及计算机操作。

通讯作者 : 马逸麟(1970 -) 男, 广东汕头市人, 工程师, 主要从事基础地质调查及计算机操作。

E-mail : mayilin700124@126.com。

20世纪中叶以来,全球范围内爆发了一系列环境公害事件,包括由重金属污染引起的骨痛病、水俣病等,引起了全人类的高度关注。世界各国普遍认识到环境保护的重要性,加强了环境立法工作,土壤环境质量标准逐渐纳入各国环境标准,尤其是荷兰、英国、丹麦、法国、日本等国国土面积较小或工业历史较长的国家^[1]。中国是一个农业大国,加强土壤保护尤为重要。由于土壤资源的不合理利用,特别是过去几十年间工业化进程的加快,土壤资源破坏、土壤污染、土壤质量下降十分严重。为了保护有限的土壤资源,国家环保局于1995年7月正式发布了《土壤环境质量标准》。

多目标地球化学调查就是一项融第四纪地质研究、矿产资源勘查、环境质量评价、土地合理利用和为农业生产服务为一体的综合性基础调查工作^[2-4]。而以《江西省鄱阳湖及周边经济区1:25万多目标地球化学调查》资料为基础,开展农业地质环境评价,是实现农业地质环境调查为农业、环境、生态、资源、人体健康等多学科研究、多领域服务,促进经济社会持续稳定发展的重要途径。

土壤环境质量现状评价是农业地质环境研究的一项重要内容,不仅可以直接指导土壤利用规划、土壤环境保护,而且也是污染土壤治理修复、土壤污染生态效应评价、地球化学灾害预测研究的基础。由于土壤系统物质组成、环境条件及其影响因素的复杂性,土壤环境质量评价是一项复杂的工程^[5]。

土壤中重要元素含量及其他地球化学指标的差异^[6],指示了土壤自然环境质量的差异,是土地利用和土地规划的重要依据。在同等条件下,一块土地的土壤酸碱度为中性,各项毒害元素都在很低范围之内,有益元素与肥力指标都在适宜农作物生长的含量范围内,而另外一块土地的土壤酸碱度严重偏酸性,各项毒害元素含量都达到污染或严重污染,有益元素与肥力指标都不适宜农作物生长的理想范围,那么这两块土地的利用价值和使用效率是绝对不同的。根据调查区地球化学特征和环境质量情况,开展农业环境质量地球化学分区。

鄱阳湖区位于长江南岸,江西省的北部,地理坐标:东经114°44'~117°33',北纬27°25'~30°05',范围涵盖了庐山区、浔阳区、九江县、湖口县、彭泽县、德安县、星子县、永修县、都昌县、东湖区、西湖区、青云谱区、湾里区、青山湖区、南昌县、新建县、进贤县、安义县、东乡县、临川区、鄱阳县、余干县、万年县、乐平市、余江县、丰城市、高安市、樟树市和奉新

县等29个市、县(市)、区,国土面积为38979 km²,耕地面积为7611.28 km²。

1 农业环境质量地球化学分区原则

1.1 土壤酸碱度和营养有益元素丰缺分级

在鄱阳湖地区的各分区,土壤氧化-还原条件基本相似,土壤酸碱度(pH)显示土壤主要出现偏酸性和酸性,中性土壤主要分布在鄱阳湖区及城市地区,在地球化学分区中优质农业区采用偏酸性(6.0以上)土壤为主,营养元素和有机质含量[有机质=总碳(TOC)×1.724]按《中国土壤普查技术》^[7]执行, Ca、Mg、Fe、Mn、Cu、Zn、Mo、B元素丰缺分级标准,由调查区表层土壤统计成果划分(见表1)。

表1 表层土壤营养元素和有益元素丰缺分级标准
Table 1 Grading criterions of abundance and lack of nourishing elements and useful elements in topsoils

项目	$w_B/\%$			项目	$w_B/(\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1})$		
	丰富含量	中等含量	缺乏含量		丰富含量	中等含量	缺乏含量
有机质	>3	1~3	<1	Mn	>450	250~450	<250
全氮	>0.15	0.10~0.15	<0.10	Cu	>35	24~35	<24
全磷	>0.15	0.10~0.15	<0.10	Zn	>87	63~87	<63
全钾	>2.0	1.5~2.0	<1.5	Mo	>0.8	0.6~0.8	<0.6
CaO	>0.20	0.16~0.20	<0.16	B	>85	65~85	<65
MgO	>0.65	0.50~0.65	<0.50				
Fe	>5.0	3.5~5.0	<3.5				

1.2 土壤污染分级

采用土壤综合污染指数确定重金属无污染、轻度污染和重度污染(见表2)。鄱阳湖及周边经济区表层土壤环境质量地球化学分区,主要依据是地球化学特征,包括土壤酸碱度、营养元素、有益元素丰缺、有机质含量、重金属污染情况等(见表3)环境质量情况包括地貌类型分区和光、热、水影响条件。地貌类型主要考虑平原、盆地、低山等主要条件。因此,环境质量和地球化学特征采用特征标志类别重叠累计的统计方式,划分为优质农业区、中等农业区、低级农业区等3个农业环境质量地球化学区。

表2 土壤污染分级

Table 2 Grades of soil pollution

等级划分	综合污染指数	污染等级	污染水平
1	$P_{\text{综}} \leq 0.7$	安全	土壤清洁
2	$0.7 < P_{\text{综}} \leq 1.0$	警戒限	土壤尚清洁
3	$1 < P_{\text{综}} \leq 2.0$	轻污染	土壤污染物超过背景值,视为轻度污染
4	$2 < P_{\text{综}} \leq 3.0$	中污染	土壤、作物均受到中度污染
5	$P_{\text{综}} > 3$	重污染	土壤、作物污染严重

表 3 农业环境质量地球化学分区类型及特征标志

Table 3 Types of geochemical zoning based on agricultural environmental quality and their characteristics

质量分区	地球化学特征						地貌类型		相对农业资源性潜力
	氧化-还原相	pH	营养元素	有益元素	有机质含量	重金属污染	分区	影响条件	
优质农业区	弱氧化-弱还原相	以中性为主	N、P、K、Ca、Mg 丰富	有益元素丰富	>3%	无污染	平原-盆地	光、热、水气候条件好	潜力较高、农作物产量高、质量好
中等农业区	弱氧化-氧化相	偏酸或偏碱性	N、P、K、Ca、Mg 一般	有益元素一般	1%~3%	轻度污染	盆地-残丘	光、热、水气候条件一般	潜力中等、农作物产量和质量一般
低级农业区	氧化相为主	酸或碱性	N、P、K、Ca、Mg 缺乏	有益元素缺乏	<1%	中度污染	深丘-低山	光、热、水气候条件不协调	潜力低微、农作物产量低、不宜耕作

2 农业环境质量地球化学分区

表层土壤中化学元素含量是反映土壤环境质量地球化学特征的差异。土壤中一些营养元素和有益元素地球化学指标的差异,都可以从其成土母质化学成分来源找到一定的联系^[8]。根据其土壤环境质量地球化学分区原则,研究区表层土壤(耕作层)划分为优质农业区、中等农业区、低级农业区等 3 种类型。由图 1 可见,优质农业区面积较小,中等农业区面积最大,低级农业区比优质农业区面积稍大。如果把山地区划分为低级农业区,其控制面积最大。

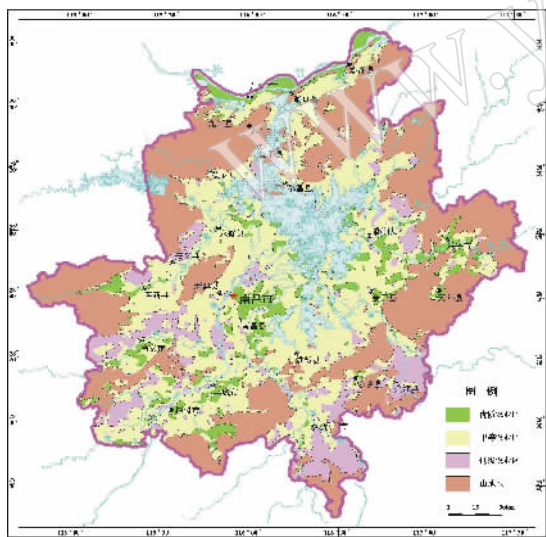


图 1 农业环境质量地球化学分区图

Fig. 1 Map of geochemical zoning based on agricultural environmental quality

2.1 优质农业区

优质农业区主要分布在长江南岸九江、湖口、彭泽等地,以及南昌、乐平、丰城、高安、奉新等地区,其中控制面积比较大的是长江南岸、南昌东部、乐平及丰城等优质农业区。各农业区表层土壤元素含量特征见表 4。

表 4 优质农业区土壤元素含量特征^①

Table 4 The element content features in the soils from the high quality farming area

项目	土壤地球化学特征			
	长江南岸优质农业区	南昌东部优质农业区	乐平优质农业区	丰城优质农业区
酸碱度	>7.5	6.0~7.5	6.0~7.5	6.0~7.5
pH	偏碱性	偏酸性和中性	中性-偏酸性	偏酸性和中性
有机质	>2%	>3%	中等和丰富	>3%
N		1250~2500	1250~2000	1600~2000
P	>630 最高达 1600	530~1250	630~1600	630~1250
CaO	>0.35%	0.2%~1%	0.2%~1%	
MgO	>1%	0.5%~1%	0.8%~1.25%	
Fe ₂ O ₃	>5% 高含量 >6%	正常至高含量分布	3.25%~5.5%	
Mn	>630	250~830	250~500	背景和高背景分布
Cu	>50	正常至高含量分布	35~100	背景和高背景分布
Zn	>100	正常至高含量分布	63~150	83~125
Mo	>0.63		0.8~5.0	0.8~1.6
As	8~15	含量低	背景值含量	12.5~25
Cd	0.2~0.4	0.16~0.25	0.16~0.40	背景含量或高背景分布
Pb	正常分布		32~45	32~63
Hg	正常分布		0.08~0.25	0.6~0.32

① N、P、Mn、Cu、Zn、Mo、As、Cd、Pb、Hg 含量单位均为 μg/g。

2.1.1 长江南岸优质农业区

该区为第四纪全新世褐黄色含砾亚黏土夹岩块岩屑。表层土壤呈偏碱性。CaO 面积控制长江南岸,农业营养元素 P、Mg 比较丰富;Fe₂O₃、Mn、Cu、Zn、Mo 等有益元素都出现高背景分布;As、Cd、Pb 和 Hg 含量呈正常分布,土壤(耕作层)重金属元素综合污染指数属无污染等级。土壤环境质量地球化学综合评价为优质农业区。

2.1.2 南昌东部优质农业区

该区为第四纪中更新世棕红色网纹状黏土和全新世褐黄色含砾亚黏土夹岩块岩屑。表层土壤呈偏酸性和中性。N、P、K、Ca等农业营养元素比较丰富；Mn、Fe、Cu和Zn等有益元素呈正常至高含量分布；As、Cd含量低，表层土壤（耕作层）重金属元素综合污染指数属无污染等级。土壤环境质量地球化学综合评价为优质农业区。

2.1.3 乐平优质农业区

该区出露第四纪全新世褐黄色含砂亚黏土夹岩块岩屑。表层土壤呈中性-偏酸性。N、P、K和CaO等农业营养元素比较丰富；Fe₂O₃、Mn、Cu、Zn、Mo、B等有益元素有背景含量和丰富含量；Cd、Hg、Pb、As、Cr为背景含量，土壤（耕作层）重金属元素综合污染指数属无污染等级。土壤环境质量地球化学综合评价为优质农业区。

2.1.4 丰城优质农业区

该区出露第四纪全新世褐黄色含砾亚黏土夹岩块岩屑。表层土壤呈偏酸性和中性。N、P、K等农业营养元素比较丰富；Zn、Mo含量丰富，其他有益元素呈背景和高背景分布；As、Hg、Pb、Cr、Cd等元素含量呈背景含量或高背景分布，土壤（耕作层）重金属元素综合污染指数属无污染等级。土壤环境质量地球化学综合评价为优质农业区。

2.2 中等农业区

中等农业区主要分布在鄱阳湖周边地区和五大水系的冲（洪）积平原区及湖口、彭泽的平原区。主要出露第四纪全新世褐黄色含砾亚黏土夹岩块岩屑，及浅灰、深灰色粉砂质黏土。全区表层土壤元素含量特征见表5，总体用环境质量地球化学特征来评价中等农业区的综合情况。

鄱阳湖区表层土壤呈中性和弱碱性，其他地区呈偏酸性和酸性。N、P、K、Ca、Mg等农业营养元素都在背景值及高含量分布范围内；Fe₂O₃、Mn、Cu、Zn、Mo与B等有益元素含量在低背景和高含量范围内；As、Cd、Hg、Cr、Pb等表层土壤重金属综合污染指数为轻度污染。土壤环境质量地球化学综合评价为中等农业区。

2.3 低级农业区

低级农业区主要分布在抚州、余江、高安北部和赣江流域及鄱阳县地区。低级农业区重点概述抚州、余江、高安市北部地区的具体情况，各区元素含量特征见表5。

表5 中等农业区、低级农业区土壤元素含量特征^①

Table 5 The element content features in soils from the intermediate grade and inferior grade farming areas

项目	中等农业区	低级农业区		
		抚州农业区	余江农业区	高安北部农业区
酸碱度	5.5~8.0	4.5~6.5	5.0~6.5	4.5~6.5
pH	中性-酸性	偏酸性和酸性	偏酸性和酸性	偏酸性和酸性
有机质	0.8%~4.2%	0.86%~2.50%	<1%	
N	830~2300	1250~2000	430~1500	450~1600
P	530~1250	300~830	500~1250	430~630
CaO	0.2%~1.25%	0.1%~0.2%	0.1%~0.25%	<0.20%
MgO	0.4%~1.25%	0.25%~0.65%	0.25%~0.65%	<0.6%
Fe ₂ O ₃	3.25%~6.75%	<3%	2.73%~3.75%	3%~5.5%
Mn	250~1500	>250	>250	100~1000
Cu	20~45	<25	<25	15~45
Zn	50~100	<63	<80	<63
Mo	0.5~1.6	0.5~1.6	0.4~1.6	0.4~1.0
As	8~16	12~22	<12	5~25
Cd	0.12~0.50	0.06~0.16	0.02~0.20	<0.2
Pb	20~125	23~65	20~65	<25
Hg	0.05~0.32	0.08~0.32	0.03~0.16	0.03~0.25

① N、P、Mn、Cu、Zn、Mo、As、Cd、Pb、Hg含量单位均为 μg/g。

2.3.1 抚州低级农业区

该区出露第四纪全新世褐黄色含砾亚黏土夹岩块岩屑及白垩纪砖红色碎屑岩风化残坡积层。表层土壤呈偏酸性和酸性。N、P、K、Ca、Mg等营养元素含量属中等含量和缺乏含量；Fe₂O₃、Mn、Cu、Zn、Mo和B等有益元素在背景和低含量分布，是属于缺乏的元素；As、Cd、Hg、Cr和Pb等有害元素为轻度污染和中度污染。土壤环境质量地球化学综合评价为低级农业区。

2.3.2 余江低级农业区

全区出露第四纪全新世褐黄色含砾亚黏土夹岩块岩屑，早-晚更新世棕黄色、棕红色网纹状亚黏土和白垩纪晚世砖红色碎屑岩风化残坡积层。表层土壤呈偏酸性和酸性。N、P、K、Ca和Mg等营养元素含量属中等和缺乏含量；Fe₂O₃、Mn、Cu、Zn、Mo与B等有益元素在背景和低含量分布，是属于缺乏的有益元素；As、Cd、Hg、Cr和Pb等有害元素为轻度污染和中度污染。土壤环境质量地球化学综合评价为低级农业区。

2.3.3 高安北部低级农业区

该区出露第四纪全新世褐黄色含砂砾亚黏土夹岩块岩屑，早-晚更新世棕黄色、棕红色网纹状亚黏土和白垩纪晚世砖红色碎屑岩风化残坡积层。表层土壤呈偏酸性和酸性。N、P、K、Ca和Mg等营养元

素属中等和缺乏含量;Fe₂O₃、Mn、Cu、Zn、Mo和B等有益元素含量在背景和低含量之间;As、Cd、Hg、Cr和Pb等有害元素有轻度污染和中度污染。土壤环境质量地球化学综合评价为低级农业区。

3 结语

一个地区或一个流域环境要素的质量主要取决于其所处的地质地球化学背景,尤其是土壤中元素含量的高低和元素存在形态的变化从根本上受控于自然地质地球化学作用过程,只是在局部地区,人类的活动在某种程度上加速了这种作用的进程,甚至改变了元素迁移转化的途径^[9]。优质农业区、中等农业区和低级农业区出现在不同的地区,反映了调查区表层土壤基本的化学组成的客观差异。

优质农业区主要分布在长江南岸九江、湖口、彭泽等地,以及南昌、乐平、丰城、高安、奉新等地区,其农业营养元素Mg比较丰富;Mn、Cu、Zn及Mo等有益元素出现高背景分布;As、Cd、Pb和Hg含量呈正常分布,土壤重金属元素综合污染指数属无污染等级。中等农业区主要分布在鄱阳湖周边地区和五大水系的冲(洪)积平原区及湖口、彭泽的平原区,其营养元素Mg在背景值及高含量分布范围;Mn等有益元素含量在低背景和高含量范围内,表层土壤重金属元素As等综合污染指数为轻度污染。低级农业区主要分布在抚州、余江、高安北部和赣江流域及鄱阳县地区,其营养元素Mg含量属中等和缺乏;Mn等有益元素在背景值和低含

量分布,属缺乏的元素;As等有害元素为轻度污染和轻度污染。低级农业区中营养元素和有益元素含量比较低,与其成土母质化学成分低有关,土壤在酸性条件下,表层土壤(耕作层)许多元素被淋滤,出现营养元素、有益元素含量缺乏的现状。

致谢:在成文过程中得到薛水根教授级高级工程师的鼎力帮助,在此表示衷心感谢!

4 参考文献

- [1] 周启星,宋玉芳.污染土壤修复原理与方法[M].北京:科学出版社,2004:457-554.
- [2] 杨忠芳,陈岳龙,汪明启,奚小环,肖桂义,高延光.地球化学填图的国际研究现状及建议[J].地球科学进展,2002,17(6):826-832.
- [3] 杨忠芳,成杭新,陈岳龙,冯海艳,陈德友,陈国光,赵更新.进入21世纪的勘查地球化学:对生态地球化学的展望[J].地学前缘,2004,11(2):600-605.
- [4] 奚小环.生态地球化学与生态地球化学评价[J].物探与化探,2004,24(1):7-15.
- [5] 周国华,秦绪文,董岩翔.土壤环境质量的制定原则与方法[J].地质通报,2005,24(8):721-727.
- [6] 张辉.土壤环境学[M].北京:化学工业出版社,2006:23-125.
- [7] 全国土壤普查办公室.中国土壤普查技术[M].北京:农业出版社,1992:1-28.
- [8] 鄢明才,迟清华.中国东部地壳组成与岩石的化学组成[M].北京:科学出版社,1997:52-156.
- [9] 杨忠芳,成杭新,奚小环,刘爱华.区域生态地球化学评价思路及建议[J].地质通报,2005,24(8):687-693.