

鄱阳湖及周边经济区农业地球化学环境评价^{*}

余忠珍^{1,2}, 马逸麟², 袁存堤², 冯昌和², 梅丽辉³, 江俊杰²

(1 中国地质大学(武汉), 湖北 武汉 430074)

(2 江西省地质调查研究院, 江西 南昌 330030)

(3 江西省赣西地质大队, 江西 南昌 330201)

摘要:文章以《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,详细论述了植物所需的C、H、O、N、P、K、Ca、Mg、S、Cu、Zn、Fe、Mn、B、Mo、Cl共16种营养元素的分布特征。利用8843件表层土壤样品中Cd、Hg、As、Pb、Cr等重金属元素含量及其土壤pH值,采用内梅罗指数法对区内无公害水稻产地土壤环境质量、无公害蔬菜产地土壤环境质量以及绿色食品产地土壤环境质量进行综合评价。在此基础上,对鄱阳湖及周边经济区表层土壤生态地球化学环境质量进行了综合评价。

关键词:环境评价;地球化学;鄱阳湖

中图分类号:S153

文献标识码:A

1 引言

多目标地球化学调查是一项融第四纪地质研究、矿产资源勘查、环境质量评价、土地合理利用使用和为农业生产服务为一体的综合性基础调查工作^[1-3]。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。

鄱阳湖地区位于长江南岸,江西省的北部,地理座标: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38 979 km²,耕地面积为761 128 ha。

2 土壤营养和有益元素丰缺分布特征

土壤是重要的农业资源和自然环境要素之一,植物所需的营养元素主要有碳、氢、氧、

^{*} 收稿日期:2009-10-09

基金项目:江西省鄱阳湖及周边经济区农业地质调查(项目编号:200414200008)

第一作者简介:余忠珍(1965~),男,江西省都昌县人,硕士,教授级高级工程师,主要从事矿产与农业地质、环境地质研究工作。

通讯作者:马逸麟,江西省南昌市迎宾北大道938号江西省地质调查研究院,邮编330030。

氮、磷、钾、钙、镁、硫、铜、锌、铁、锰、硼、钼、氯 16 种,除了碳、氢、氧可以从空气和水中获得外,其他 13 种元素主要从土壤中获取^[4-5]。因此,土壤(耕作层)营养元素的丰缺状况直接影响着农作物的生长发育和农产品的品质与产量。

氮、磷、钾和有机质等是评价土壤肥力的四大要素,其含量的高低直接影响农业生产水平。由于本次调查未对区域土壤中氮、磷、钾的速效量进行分析,因此,仅对土壤中氮、磷、钾的全量和有机质的丰缺状况进行区域性评价。速效钾采用实测三条区域性土壤大剖面上的样品分析数据进行初步评价。

有益微量元素有效态丰缺评价,涉及元素主要为锌、铜、铁、钼、硼等。

样品分析测试工作由国土资源部南昌矿产资源监督检测中心(江西省地矿局实验测试中心)以及国土资源部合肥矿产资源监督检测中心(安徽省地质实验研究所)承担,样品分析测试质量监控与考核由中国地质调查局区化样品分析质量监控专家组负责。承担样品分析的实验室及样品分析质量监控组严格按照中国地质调查局有关规范、规定要求完成了各类样品测试与分析质量考核和评定。

土壤地球化学调查样品选择以 X 荧光光谱仪和 ICP-AES 为主体的分析方法配套方案,方法主要有: X 荧光光谱法、ICP/AES 法、原子发射光谱法、无火焰原子吸收法、激光荧光法、催化极谱法、原子荧光法及玻璃电极法等;土壤形态采用等离子体发射光谱法、石墨炉原子吸收法和等离子荧光分析法。土壤有效态采用等离子体光谱法,原子荧光法、极谱法。

2.1 土壤养分、有益微量元素有效态分级

参照《中国土壤普查技术》(1992)中土壤养分、有益微量元素有效态丰缺分级标准,根据表层土壤有机碳、氮、磷、钾分析数据,对调查区陆地表层土壤养分、有益微量元素丰缺现状进行评价,评价结果见表1、表2,反映区内陆地表层土壤养分丰缺程度存在较大差异,而陆地表层土壤有益微量元素有效态丰缺亦存在不同程度的差异。

表1 项目区陆地表层土壤养分丰缺状况一览表

Table 1 Lack or abundance status of nutrient compositions in land surface soils in the studied area

| 级别 | | 一级 | 二级 | 三级 | 四级 | 五级 | 六级 |
|------------|----------------------|---------|----------|----------|----------|----------|---------|
| 定义 | | 严重缺乏 | 缺乏 | 相对缺乏 | 适度 | 富足 | 很富足 |
| 有机质 样本数 | (总数 8843 件) | 57 | 114 | 2327 | 4401 | 1632 | 312 |
| | 面积(km ²) | 224.45 | 452.41 | 9227.18 | 17454.84 | 6474.11 | 1238.01 |
| | 比例(%) | 0.64 | 1.29 | 26.31 | 49.77 | 18.46 | 3.53 |
| 全氮 样本数 | (总数 8843 件) | 97 | 182 | 942 | 3703 | 3001 | 918 |
| | 面积(km ²) | 385.78 | 722.46 | 3735.06 | 14684.23 | 11903.10 | 3640.37 |
| | 比例(%) | 1.10 | 2.06 | 10.65 | 41.87 | 33.94 | 10.38 |
| 全磷 样本数 | (总数 8843 件) | 1402 | 6190 | 1075 | 160 | 15 | 1 |
| | 面积(km ²) | 5558.75 | 24549.70 | 4264.63 | 634.79 | 59.62 | 3.51 |
| | 比例(%) | 15.85 | 70.00 | 12.16 | 1.81 | 0.17 | 0.01 |
| 全钾 样本数 | (总数 8843 件) | 1 | 611 | 2797 | 2878 | 2390 | 166 |
| | 面积(km ²) | 3.51 | 2423.41 | 11092.96 | 11412.10 | 9479.69 | 659.33 |
| | 比例(%) | 0.01 | 6.91 | 31.63 | 32.54 | 27.03 | 1.88 |
| 速效钾 | (总数 116 件) | 0 | 12 | 76 | 24 | 3 | 1 |
| | 比例(%) | 0 | 10.34 | 65.52 | 20.69 | 2.59 | 0.86 |

表 2 项目区陆地表层土壤有益微量元素有效态丰缺一览表

Table 2 Lack or abundance status of effective form of useful trace elements in land surface soils in the studied area

| 级别 | | 一级 | 二级 | 三级 | 四级 | 五级 |
|------|----------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 定义 | | 很缺 | 缺乏 | 适度 | 富足 | 很富足 |
| 有效态锌 | 样本数(116) | 0 | 0 | 2 | 20 | 94 |
| | 比例(%) | | | 1.72 | 17.24 | 81.04 |
| 有效态铜 | 样本数(116) | 0 | 0 | 1 | 0 | 115 |
| | 比例(%) | | | 0.86 | | 99.14 |
| 有效态铁 | 样本数(116) | 0 | 0 | 0 | 0 | 116 |
| | 比例(%) | | | | | 100.00 |
| 有效态钼 | 样本数(116) | 6 | 79 | 23 | 8 | 0 |
| | 比例(%) | 5.17 | 68.10 | 19.83 | 6.90 | |
| 有效态硼 | 样本数(116) | 105 | 10 | 1 | 0 | 0 |
| | 比例(%) | 90.52 | 8.62 | 0.86 | | |

2.2 土壤(耕作层)养分和有益微量元素丰缺分布特征

由于受土壤类型、成土母质、农业种植结构的影响,区内土壤养分丰缺分布特征各不相同。

土壤有机质 区内土壤有机质含量总体适中,适度-很富足有机质土壤分布面积达 25 166.96 km²,占调查区陆地土壤总面积的 71.76%,有机质缺乏及严重缺乏的土壤分布面积为 676.86 km²,仅占陆地土壤总面积的 1.93%。土壤有机质区域分布特征主要为庐山、玉华山、九岭山、历崛山等中低山区及部分丘陵地区,南昌市周围地区含量相对富足,鄱阳湖冲积平原、五大河沿岸、长江南岸等低丘盆地及平原区则相对缺乏。即区内现有农业种植区土壤(耕作层)有机质含量普遍缺乏。

全氮 区内土壤全氮含量总体较高,适度-很富足全氮土壤分布面积达 30 227.7 km²,占调查区陆地土壤总面积的 86.19%,全氮缺乏及严重缺乏的土壤分布面积为 1 108.24 km²,仅占陆地土壤总面积的 3.16%。土壤全氮区域分布特征与有机质类似,主要在庐山、九岭山、南昌市、余干-乐平、历崛山、玉华山一带含量相对富足,沿赣、抚、信、饶、修河等五大河两岸及长江沿岸相对缺乏,但分布面积明显较少。区内土壤(耕作层)全氮含量总体富足。

全磷 区内土壤全磷含量总体较低,多数土壤缺磷,适度-很富足全磷土壤分布面积只有 697.92 km²,仅占调查区陆地土壤总面积的 1.99%,全磷缺乏及严重缺乏的土壤分布面积则高达 30 108.45 km²,占陆地土壤总面积的 85.85%。土壤(耕作层)全磷区域分布特征总体表现为缺磷,仅在南昌市、乐平市、余干县、万年县、高安市、抚州市、九江市、樟树市南部等城市周边地区局部土壤中的全磷含量适度。

全钾 区内土壤全钾含量总体适中,适中-很富足全钾土壤分布面积达 21 551.12 km²,占调查区陆地土壤总面积的 61.45%,全钾缺乏及严重缺乏的土壤分布面积只有 2426.92 km²,仅占陆地土壤总面积的 6.92%。土壤全钾区域分布特征主要为沿九岭山、玉华山、赣江、抚河、信江两岸、新建北部、东乡南部、余干-万年一带土壤中全钾含量很富足,高安-樟树、抚州以南、安义-德安、进贤-余江、乐平-都昌一带土壤中全钾含量缺乏。以永修-乐平一线为界,调查区南部土壤中全钾含量相对富足,北部土壤(耕作层)中全钾含量相对缺乏。

速效钾 区内土壤中速效钾含量总体缺乏,适度-很富足速效钾样本所占比例为

24.14%，缺乏速效钾样本所占比例为10.34%，而相对缺乏速效钾样本所占比例则高达65.52%。土壤速效钾在三条剖面上的分布特征表现为，樟树-奉新剖面上在樟树以南土壤中速效钾含量相对富足，樟树以北土壤中速效钾含量大部分缺乏；抚州-九江剖面上大部分土壤中速效钾含量相对缺乏，仅少量样点土壤中速效钾含量适度；东乡-彭泽剖面上也是大部分样点土壤速效钾含量相对缺乏，少量样点土壤中速效钾含量适度。

有效态锌 区内土壤中有效态锌含量总体很高，富足-很富足有效态锌样本所占比例高达98.28%，适度有效态锌样本所占比例仅占1.72%，无缺乏及很缺有效态锌样本。土壤有效态锌在三条剖面上的分布特征均表现为富足-很富足，仅在长江南岸出现适度样点。

有效态铜 区内土壤中有效态铜含量总体很高，很富足有效态铜样本所占比例高达99.14%，适度有效态铜样本所占比例仅占0.86%，区内土壤中不缺乏有效态铜。土壤有效态铜在三条剖面上的分布特征表现为区内土壤中有效态铜含量均很富足。

有效态铁 区内土壤中有效态铁含量总体很高，全部为很富足有效态铁样本，即区内土壤中不缺有效态铁。土壤有效态铁在三条剖面上的分布特征表现为区内土壤中有效态铁含量均很富足。

有效态铝 区内土壤中有效态铝含量总体较低，适度-富足有效态铝样本所占比例只有26.73%，而有效态铝缺乏-很缺的样本所占比例高达73.27%，说明区内土壤总体缺有效态铝。土壤有效态铝在三条剖面上的分布特征表现为仅在樟树、抚州南部、进贤-南昌、安义-永修、星子、彭泽一带分布少量有效态铝适度-富足的土壤，其它地区土壤中普遍缺乏有效态铝，虽然调查区中南部土壤中全铝含量较高，但有效态铝仍然缺乏，因此，农业生产中应增施铝肥。

有效态硼 区内土壤中有效态硼含量总体很低，适度有效态硼样本所占比例仅为0.86%，缺乏有效态硼样本所占比例为8.62%，而很缺有效态硼样本所占比例高达90.52%，说明区内土壤总体很缺乏有效态硼。土壤有效态硼在三条剖面上的分布特征表现为区内土壤中普遍缺乏有效态硼，虽然区内除鄱阳湖区及五大河流两岸外，其它地区土壤中全量硼含量相对较高，农业生产中还是应广泛增施硼肥。

3 无公害食品产地环境标准土壤质量评价

3.1 采用评价标准

根据农业部颁布的《无公害水稻产地环境条件NY5116-2002》和国家颁布的《无公害蔬菜产地环境要求GB/T18407.1-2001》，利用陆地8843件表层土壤样品中Cd、Hg、As、Pb、Cr等重金属元素含量及其土壤pH值，采用内梅罗指数法对区内无公害水稻产地土壤环境质量和无公害蔬菜产地土壤环境质量进行综合评价。

3.2 评价方法

按照上述评价标准，先对区内土壤进行单指标评价，单指标评价法主要采用下式计算各指标的土壤环境质量指数，再采用内梅罗指数法进行5项指标的综合评价。

$$P_i = X_i / C$$

上述式子中， P_i 为土壤环境质量指数； X_i 为实测数据； C 为土壤含量限值。

内梅罗综合指数评价法，是通过计算土壤中重金属指标的综合指数，来确定土壤环境质量状况。内梅罗综合污染指数计算式为：

$$P = \left\{ \frac{1}{2} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i)^2 + (P_{i,\max})^2 \right] \right\}^{\frac{1}{2}}$$

式中： P 为土壤综合评价指数； P_i 为土壤中重金属的环境质量指数；

n 为土壤中参与评价的重金属数量；

$(P_{i,\max})^2$ 为土壤中各污染物污染指数最大值的平方。

当 $P < 1$ 为适宜区； $P > 1$ 为不适宜区。可根据 P 值变化幅度，进一步划分为轻度不适宜区 ($1 < P \leq 2$)、不适宜区 ($2 < P \leq 3$) 和限制区 ($P > 3$) 等级。

3.3 评价结果

参照无公害食品水稻产地土壤环境质量要求，单指标评价结果显示 (表 3)，区内表层土壤环境符合无公害水稻生产要求的各评价指标所占比例分别为 Cd 94.28%、Hg 98.42%、As 98.81%、Pb 99.97%、Cr 99.98%，适宜的耕地 (总耕地面积 76.4057 万 hm^2) 分布面积分别为 Cd 72.04 万 hm^2 、Hg 75.20 万 hm^2 、As 75.50 万 hm^2 、Pb 76.38 万 hm^2 、Cr 76.39 万 hm^2 。

表 3 表层土壤适宜无公害水稻生产的分布面积统计表

| 评价指标 | Cd | Hg | As | Pb | Cr | 综合评价 P |
|---------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 适宜样本数 (件) | 8337 | 8703 | 8738 | 8840 | 8841 | 8483 |
| 所占比例 (%) | 94.28 | 98.42 | 98.81 | 99.97 | 99.98 | 95.93 |
| 分布面积 (km^2) | 33064.94 | 34516.88 | 34653.66 | 35060.48 | 35063.99 | 33643.61 |
| 适宜耕地面积 (万 hm^2) | 72.04 | 75.20 | 75.50 | 76.38 | 76.39 | 73.30 |

综合评价结果显示，区内表层土壤环境符合无公害水稻生产要求的比例为 95.93%，不适宜发展无公害水稻的土壤面积所占比例为 4.07%，适宜发展无公害水稻的耕地面积为 73.30 万 hm^2 。其中土壤中 Cd、Hg、As 等含量超标是主要影响因素。不适宜发展无公害水稻的主要分布区是南昌市郊、赣江中支入湖三角洲、鄱阳-余干之间的冲积平原、彭泽-湖口南部、德安吴山、高安鸡公岭、樟树南部一带，绝大多数分布面积很小，部分是山地或丘陵地区。

参照无公害蔬菜产地土壤环境质量要求，单指标评价结果显示 (表 4)，区内表层土壤环境符合无公害蔬菜生产要求的各评价指标所占比例分别为 Hg 98.43%、As 99.45%、Pb 99.84%、Cd 94.28%、Cr 99.82%，适宜的耕地 (总耕地面积 76.4057 万 hm^2) 分布面积分别为 Hg 75.21 万 hm^2 、As 75.99 万 hm^2 、Pb 76.28 万 hm^2 、Cd 72.04 万 hm^2 、Cr 76.27 万 hm^2 。

表 4 表层土壤适宜无公害蔬菜生产的分布面积统计表

| 评价指标 | Hg | As | Pb | Cd | Cr | 综合评价 P |
|---------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 适宜样本数 (件) | 8704 | 8794 | 8829 | 8337 | 8827 | 8482 |
| 所占比例 (%) | 98.43 | 99.45 | 99.84 | 94.28 | 99.82 | 95.92 |
| 分布面积 (km^2) | 34520.39 | 34878.11 | 35014.89 | 33064.94 | 35007.87 | 33640.10 |
| 适宜耕地面积 (万 hm^2) | 75.21 | 75.99 | 76.28 | 72.04 | 76.27 | 73.29 |

综合评价结果显示，区内表层土壤环境符合无公害蔬菜生产要求的比例为 95.92%，不适宜发展无公害蔬菜的土壤面积所占比例为 4.08%，适宜发展无公害蔬菜的耕地面积为 73.29 万 hm^2 。其中表层土壤中 Cd、Hg、As 等含量超标是主要影响因素。不适宜发展无公害蔬菜的主要分布区是彭泽东升-天红镇、高安市鸡公岭、南昌市郊、鄱阳-余干之间的冲积平原、樟树市南部一带。主要在南昌市-南昌县的东部、鄱阳-余干之间的冲积平原、樟树市南部

等地目前不宜发展无公害蔬菜基地。

4 绿色食品产地土壤地球化学环境质量评价

4.1 采用评价标准

根据农业部颁布的《绿色食品产地环境技术条件 NY/T391-2000》，利用陆地 8843 件表层土壤样品中 Cd、Hg、As、Pb、Cr、Cu 等重金属元素含量及其土壤 pH 值，采用内梅罗指数法对区内土壤进行绿色食品产地土壤环境质量初步综合评价。

4.2 评价方法

按照上述评价标准，先对区内土壤进行单指标评价，单指标评价法主要采用下式计算各指标的土壤环境质量指数，再采用内梅罗指数法进行 6 项指标的综合评价。

$$P_i = X_i / C$$

上述式子中， P_i 为土壤环境质量指数； X_i 为实测数据； C 为土壤含量限值。

内梅罗综合指数评价法，是通过计算土壤中重金属指标的综合指数，来确定土壤环境质量状况。内梅罗综合污染指数计算式为：

$$P = \left\{ \frac{1}{2} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i)^2 + (P_{i,\max})^2 \right] \right\}^{\frac{1}{2}}$$

式中： P 为土壤综合评价指数； P_i 为土壤中重金属的环境质量指数；

n 为土壤中参与评价的重金属数量；

$(P_{i,\max})^2$ 为土壤中各污染物污染指数最大值的平方。

当 $P < 1$ 为适宜区； $P > 1$ 为不适宜区。可根据 P 值变化幅度，进一步划分为轻度不适宜区 ($1 < P \leq 2$)、不适宜区 ($2 < P \leq 3$) 和限制区 ($P > 3$) 等级。

4.3 评价结果

参照绿色食品产地旱地土壤中各项污染物的含量限值要求，单指标评价结果显示(表5)区内表层土壤环境符合绿色食品产地旱地生产要求的各评价指标所占比例分别为 Cd 93.97%、Hg 97.24%、As 98.11%、Pb 97.25%、Cr 99.46%、Cu 98.85%，适宜的耕地(总耕地面积 76.4057 万 hm^2)分布面积分别为 Cd 71.80 万 hm^2 、Hg 74.30 万 hm^2 、As 74.96 万 hm^2 、Pb 74.30 万 hm^2 、Cr 75.99 万 hm^2 、Cu 75.53 万 hm^2 。

表 5 表层土壤适宜绿色食品产地旱地生产的分布面积统计表

Table 5 Statistics of distribution areas of surface soils suitable for green food dry-land production

| 评价指标 | Cd | Hg | As | Pb | Cr | Cu | 综合评价 P |
|--------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 适宜样本数(件) | 8310 | 8599 | 8676 | 8600 | 8795 | 8741 | 8231 |
| 所占比例(%) | 93.97 | 97.24 | 98.11 | 97.25 | 99.46 | 98.85 | 93.08 |
| 分布面积(km^2) | 32956.22 | 34103.04 | 34408.16 | 34106.55 | 34881.62 | 34667.68 | 32644.09 |
| 适宜耕地面积(万 hm^2) | 71.80 | 74.30 | 74.96 | 74.30 | 75.99 | 75.53 | 71.12 |

综合评价结果显示，区内表层土壤环境符合绿色食品产地旱地生产要求的比例为 93.08%，不适宜发展绿色食品产地旱地的土壤面积所占比例为 6.92%，适宜发展绿色食品旱地的耕地面积为 71.12 万 hm^2 。其中表层土壤中 Cd、Hg、Pb、As、Cu 等含量超标是主要影响因素。不适宜发展绿色食品旱地产地的主要分布区是彭泽县东升-天红镇、德安县吴山乡、高安市鸡公岭、南昌市郊、鄱阳-余干之间的冲积平原、乐平市历岨山及乐平-万年之间、樟树

市南部、丰城市铁路镇以东、东乡县南部一带。其中除南昌市郊、樟树市南部、鄱阳-余干之间冲积平原外,其它地区主要为低山丘陵区,前三个区域目前不宜发展绿色食品(旱地)产地。

参照绿色食品产地水田中各项污染物的含量限值要求,单指标评价结果显示(表 6),区内表层土壤环境符合绿色食品产地水田生产要求的各评价指标所占比例分别为 Cd 93.96%、Hg 98.34%、As 96.68%、Pb 97.25%、Cr 99.46%、Cu 98.85%,适宜绿色食品产地水田的耕地(总耕地面积 76.4057 万 hm^2)分布面积分别为 Cd 71.79 万 hm^2 、Hg 75.14 万 hm^2 、As 73.87 万 hm^2 、Pb 74.30 万 hm^2 、Cr 75.99 万 hm^2 、Cu 75.53 万 hm^2 。

表 6 表层土壤适宜绿色食品产地水田生产的分布面积统计表

| 评价指标 | Cd | Hg | As | Pb | Cr | Cu | 综合评价 P |
|--------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 适宜样本数(件) | 8309 | 8696 | 8549 | 8600 | 8795 | 8741 | 8220 |
| 所占比例(%) | 93.96 | 98.34 | 96.68 | 97.25 | 99.46 | 98.85 | 92.95 |
| 分布面积(km^2) | 32952.71 | 34488.82 | 33906.64 | 34106.55 | 34881.62 | 34667.68 | 32598.49 |
| 适宜耕地面积(万 hm^2) | 71.79 | 75.14 | 73.87 | 74.30 | 75.99 | 75.53 | 71.02 |

综合评价结果显示,区内表层土壤环境符合绿色食品产地水田生产要求的比例为 92.95%,不适宜发展绿色食品产地水田的陆地土壤面积所占比例为 7.05%,适宜发展绿色食品水田的耕地面积为 71.02 万 hm^2 。其中表层土壤中 Cd、As、Pb、Hg、Cu 等含量超标是主要影响因素。不适宜发展绿色食品水田的主要分布区是彭泽县东升-天红镇、德安县吴山乡、高安市鸡公岭、南昌市郊、鄱阳-余干之间的冲积平原、乐平市历岢山及乐平-万年之间、樟树市南部、丰城市铁路镇以东、东乡县南部一带。其中除南昌市郊、樟树市南部、鄱阳-余干之间冲积平原外,其它地区主要为低山丘陵区,前三个区域目前不宜发展绿色食品(水田)产地。

5 表层土壤生态地球化学环境质量综合评价

土壤生态地球化学环境质量综合评价,应从土壤的应用功能为出发点,既要考虑土壤的酸碱度(pH)、重金属元素(Cd、Hg、Cu、As、Pb、Cr、Zn、Ni)的含量,又要考虑土壤的基本养分(N、P、K、TOC)和有益元素(Fe、Mn、B、S、Mo 等)的含量,同时还要考虑土壤中的微量元素 Se、卤素元素(F、I 等)及常量元素(Al、Ca 等)的影响。主要对前两类指标进行等级打分,对区内表层土壤的生态地球化学环境质量作综合评价^[6-8]。综合评价采用分项打分的办法,具体打分的原则如下:

(1)土壤酸碱度(pH 值):总分 15 分,共分 4 级,以中性(pH 6.5~7.5)得分最高,占 15 分(一级),微酸性(pH 5.5~6.5)或微碱性(pH 7.5~8.0)占 12 分(二级),酸性(pH 5.5~4.5)或碱性(pH 8.0~9.0)占 6 分(三级),强酸性(pH<4.5)或强碱性(pH>9.0)占 6 分(四级)(表 7);

表 7 项目区表层土壤酸碱度评价定级评分表

| Table 7 pH evaluation grading scoring of surface soils in the studied area | | | | |
|--|---------|-------------------|-------------------|-------------|
| 土壤级别 | 一级 | 二级 | 三级 | 四级 |
| 酸碱度分级 | 中性 | 微酸性或微碱性 | 酸性或碱性 | 强酸性或强碱性 |
| pH 值范围 | 6.5~7.5 | 5.5~6.5 或 7.5~8.0 | 5.5~4.5 或 8.0~9.0 | <4.5 或 >9.0 |
| 得分 | 15 | 12 | 9 | 6 |

(2)八个重金属元素:总分 30 分,按内梅罗综合污染指数划分为 4 级,一级占 30 分,二级占 22 分,三级占 14 分,四级占 6 分;

(3)有机碳含量:总分15分,共分6级,含量越高得分越高,六级占15分,五级占12分,四级占9分,三级占6分,二级及一级占3分。

(4)N、P、K等养分含量:总分15分,每个指标占5分,共分6级,以含量适中得分最高,四级占5分,三级及五级占3分,一、二、六级占1分;

(5)有益元素(Fe、Mn、B、S、Mo等)含量:总分25分,每个指标占5分,共分5级,以含量适中得分最高,适量得5分,缺乏或富足得3分,很缺或很富足得1分;

(6)以上各项指标总分100分,得分越高说明其土壤环境质量相对越好。按照上述综合得分高低将区内土壤(8843件样品)环境质量划分为4个等级,各等级划分标准为:

I类土壤:综合评价得分75分以上(含75分);

II类土壤:综合评价得分60分以上(含60分);

III类土壤:综合评价得分50分以上(含50分);

劣III类土壤:综合评价得分低于50分。

(7)在上述评分确定的土壤环境质量级别的基础上,根据土壤中其它一些对土壤生态环境质量有影响的指标含量及分布情况,对土壤环境质量级别进行适当调整。对达到富硒土壤要求的地区可提高一级其综合定级,对土壤中存在氟中毒或碘缺乏隐患的地区可降低一级其综合定级,对土壤中Al、Ca含量适中的地区可提高一级其综合定级等。

综合评价结果表明,区内表层土壤地球化学环境质量优良(图1),I类土壤(4822件)占总样本数(8843件)的54.53%,II类土壤(2415件)占总样本数的27.31%,III类土壤

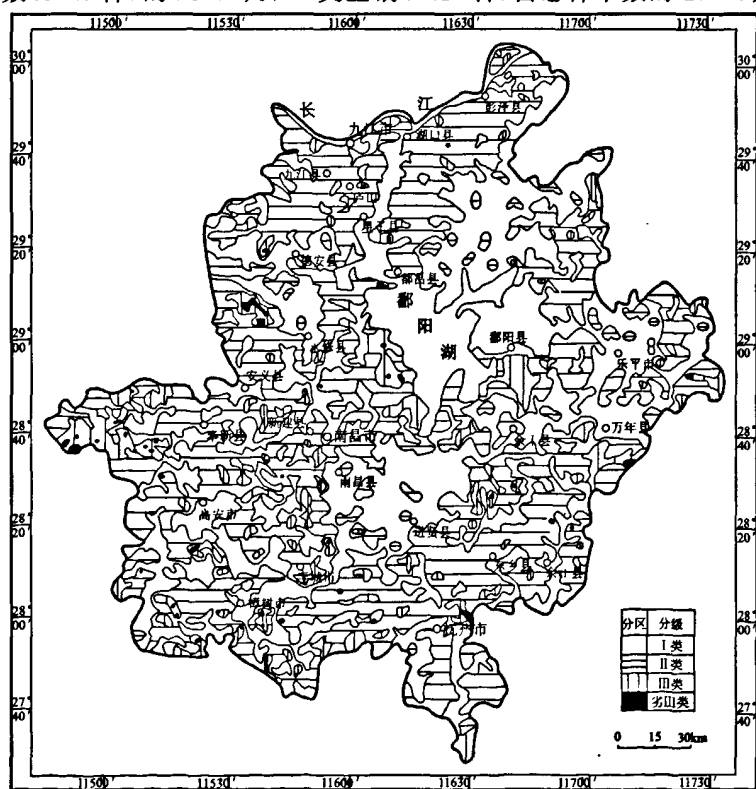


图1 调查区表层土壤生态地球化学质量综合评价图

Fig. 1 Comprehensive evaluation map of surface soil eco-geochemical quality in the studied area

(1451件)占总样本数的16.41%,劣Ⅲ类土壤(155件)仅占总样本数的1.75%。不同等级质量土壤的区域分布特征表现为,表层土壤地球化学环境综合质量相对最好(Ⅰ类)的地区主要分布在都昌-鄱阳东北部、南昌-进贤抚河下游一带、乐平-万年一带、永修-德安一带及高安-樟树一带,表层土壤地球化学环境综合质量相对较差(Ⅲ类及劣Ⅲ类)的地区主要分布在赣江三角洲瑞洪-吴城一带、永修罗殿西北部、奉新上富镇以西、鄱阳县南部、万年-进贤一带,其它则分布较零散。区内表层土壤不同等级地球化学环境质量分布区的总体分布规律性相对较差。以上评价结果可为区内土地资源的区域分等定级提供一定的参考作用。

参考文献

- [1] 杨忠芳,陈岳龙,汪明启,等.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.
- [2] 杨忠芳,成杭新,陈岳龙,等.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,2004,2:600-605.
- [3] 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.
- [4] 杨忠芳,等.现代环境地球化学[M].北京:地质出版社,1999.
- [5] 商翎,等.元素生态地球化学及其应用[M].辽宁大学出版社,1997.
- [6] 奚小环.土壤污染地球化学标准及等级划分问题讨论[J].物探与化探,2006,30(6):471-474.
- [7] 周国华,秦绪文,董岩翔.土壤环境质量制定的原则与方法[J].地质通报,2005,24(8):721-727.
- [8] 赵传冬,成杭新,庄广民,等.多目标地球化学填图中土壤环境质量评价方法探讨[J].地质与勘探,2003(2):78-81.

Agricultural geochemical environmental evaluation for Poyang Lake and its surrounding economic districts

YU Zhong-zhen^{1,2}, MA Yi-lin², ZHONG Cun-di², FENG Chang-he²,
MEI li-hui³, JIANG Jun-jie²

(1 China University of Geosciences (Wuhan), Wuhan, 430074)

(2 Jiangxi Provincial Institute of Geological Survey, Nanchang, 330030)

(3 Jiangxi Province, Western Jiangxi Geological Team, Nanchang, 330210)

Abstract

Based on the information of 1:250,000 scale multi-purpose geochemical survey of Poyang Lake and its surrounding areas, this paper discussed in detail the distribution characteristics of 16 nutrient elements including C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, Fe, Mn, B, Mo and Cl, which the plant requires. The comprehensive evaluation of soil environmental quality respectively for innoxious rice producing area, innoxious vegetable producing area and green food producing area was made by using of the method of Nemer Index. On this basis, the comprehensive evaluation of eco-geochemical environmental quality of surface soils in Poyang Lake and its surrounding economic districts was proposed.

Key words: environmental evaluation; geochemical; Poyang Lake