

45-49

区域化探资料用于农业增产的开发技术

S 153.6

S 143.8

周国华 朱立新 马生明

(地矿部地球物理地球化学勘查研究所·廊坊·065000)

对河北省抚宁、卢龙低山丘陵区土壤中作物营养元素的有效量与水系沉积物含量(全量)间的相关性研究表明:多数营养元素存在有显著的正相关关系。以区域水系沉积物元素地球化学资料为基础,可以近似定量地评价作物营养元素的丰缺状况,农业生产实践表明这一研究结果是可靠的。

关键词 地球化学 作物营养元素 正相关性 丰缺评价

农业增产, 开发技术
土壤, 化探数据
沉积物中元素含量相关性研究

1 工作区地质、农业经济概况

研究区位于河北省抚宁县和卢龙县(图1),南临渤海,北倚燕山,区内大部为低山丘陵区,部分为平原区。该区发育片麻岩、变粒岩基底,中生代时期岩浆活动强烈,区内广泛分布闪长岩和花岗岩。成土母质主要为残坡积物、坡积物、洪积冲积物等。主要土壤类型有棕壤、褐土、潮土等,主要土壤亚类有褐土性土、淋溶褐土和潮褐土等。

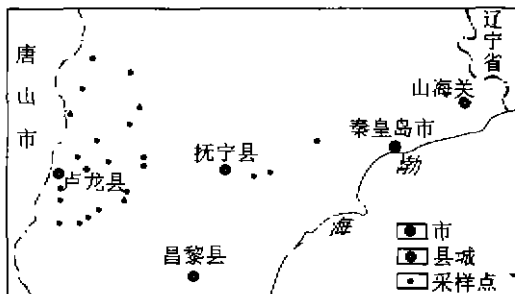


图1 研究区位置及采样点位图

研究区四季分明,属温带湿润季风性气候。区内人口密集,农业生产较发达,农业经济繁荣,是河北省的重要粮油生产基地,丘陵区主要分布有杂粮、果、油料作物。

2 土壤中作物营养元素有效量与水系

多年来地矿、有色等部门积累的水系沉积物测量资料在矿产勘查、基础地质研究等方面取得了巨大的成就。近十年来,陆续见有应用地球化学资料于农业研究的报导^[1,2];国外早在六十年代就有这方面的研究报导^[3,4]。多数研究成果表明,区域地球化学资料在指导区域农业生产方面具有特殊作用。然而,水系沉积物测量是以矿产勘查为主要目标的,显然强化了找矿地球化学信息,因而在多大程度上可用于指导农业生产仍有争议,本次研究即是在这方面作又一探讨。

2.1 土壤样品采集与分析、水系沉积物元素含量数据的采集

为作研究,在卢龙县和抚宁县低山丘陵区共布设23个采样点(图1)。采集的土壤为潮褐土、褐土性土、淋溶褐土。

土样采自大块耕地,每个样由数10 m范围内5个以上大致等重的子样组合而成,重约700 g。样品采集后,自然风干,过20目筛,由地矿部物化探所中心实验室分析测定主要作物营养元素的有效态含量。各指标的提取分析方法如下:

1) P: 0.5 mol/l NaHCO_3 (pH = 8.5) + 活性炭粉提取, 分光光度法测定;

2) K, Ca, Mg: 1.0 M NH_4Ac 溶液提取, 火焰发射法测定 K, Ca, 火焰原子吸收法测定 Mg;

3) Fe, Mn, Cu, Zn: 以中酸性土处理, 即用 0.1 M HCl 溶液提取, 火焰原子吸收法测定;

4) Mo: Tamm 液 (pH 值为 3.3 的草酸 + 草酸氨溶液) 提取, 极谱法测定;

5) B: 沸水提取, 分光光度法测定。

根据研究需要, 收集了研究区水系沉积物测量元素资料, 求取土壤采样点及其附近的 3 个~6 个 (通常为 4 个) 水系沉积物样元素含量的均值, 作为研究土壤元素有效量与水系沉积物元素含量关系的原始数据。

2.2 土壤元素有效量与水系沉积物元素含量之间的关系

已有大量文献资料论述土壤元素有效量与全量间的关系^[5,6]。在这些研究中, 元素有效量和全量是测自同一土壤样品, 即研究同一空间分布和相同介质性质中两者的相关性, 即使这样, 土壤中元素全量与有效量的关系也是十分复杂的, 常常达不到显著相关, 这是因为影响土壤中元素存在形态的物理、化学、生物参数众多, 常见比较重要的土壤矿物组成、有机质含量、pH 和 Eh 值等。直接用统计相关分析来研究土壤元素有效量与水系沉积物元素含量的相关关系还不多见。

本次 23 组数据的散点分布见图 2。图示经剔除异常数据组后, 土壤中元素 K, Ca, Mg, Mn, Zn, B, P 的有效态含量与其水系沉积物中的全量具有较好的正消长趋势。统计表明, K, Ca, Mg, Mn, Zn, B 达到了统计上的显著正相关水平 (表 1)。

水系沉积物是由汇水盆地内岩石及其风化产物进入水系搬运堆积而成, 基本反映了汇水区内的物质组成; 土壤是以岩石和矿物风化产物 (山区丘陵区的残坡积物), 或者是

以风化产物经搬运迁移后的松散堆积物 (第四系平原区冲积物等) 为成土母质, 经过成壤作用发育而成, 尽管两者的成因、性质不同, 然而, 地质体是土壤和水系沉积物的共同的基本物源, 区域地质是水系沉积物与土壤中元素的含量与分布的基本决定因素, 因此, 两者在物质组成 (化学元素组成) 方面的相似性是完全可以预期的, 多数重要营养元素在水系沉积物中的含量与其在土壤中的有效量具有显著的正相关性是必然的。

表 1 研究区土壤元素有效量与水系沉积物全量间的相关系数

元素	样品数	相关系数 [*]
K	22	0.453
Ca	20	0.685
Mg	22	0.565
Mn	21	0.444
Zn	19	0.456
P	22	0.339
Mo	21	0.289
B	21	0.612
Fe	21	-0.495
Cu	22	-0.318

* 当样本数 (n) 为 19, 20, 21, 22, 显著性水平为 0.05 时, 显著相关的检验值分别为 0.456, 0.444, 0.433, 0.423

作为变价元素的 Fe, 在表生环境中的活动性主要受环境 Eh, pH 等条件的控制, 如 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} 的 E_h^0 为 0.771 V, 假设 Fe^{2+} 为 1, 则当 pH 为 6 时, Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} 的 E_h 为 -0.004 V, 而一般土壤的 E_h 值范围为 -0.2 V 至 +0.7 V。因此, 这种氧化还原反应在土壤中极易发生, 亦就是说其土壤有效量主要取决于 Eh, pH 等环境条件, 而总量的多少并不重要。Fe 在水系沉积物中的局部富集与水体物理化学条件的骤变——如氧化还原有密切的关系。因此, 出现土壤中 Fe 有效量与水系沉积物全量间不相关是可以理解的。土壤中的 Cu 的存在形态及其影响因素较其它重金属元素 (如 Mn, Zn, Fe, Mo 等) 要复杂得多, 要摸清 Cu 在水系沉积物——土壤这一体系中的活化迁移、分散富集规律, 尚需作更深入的研究。

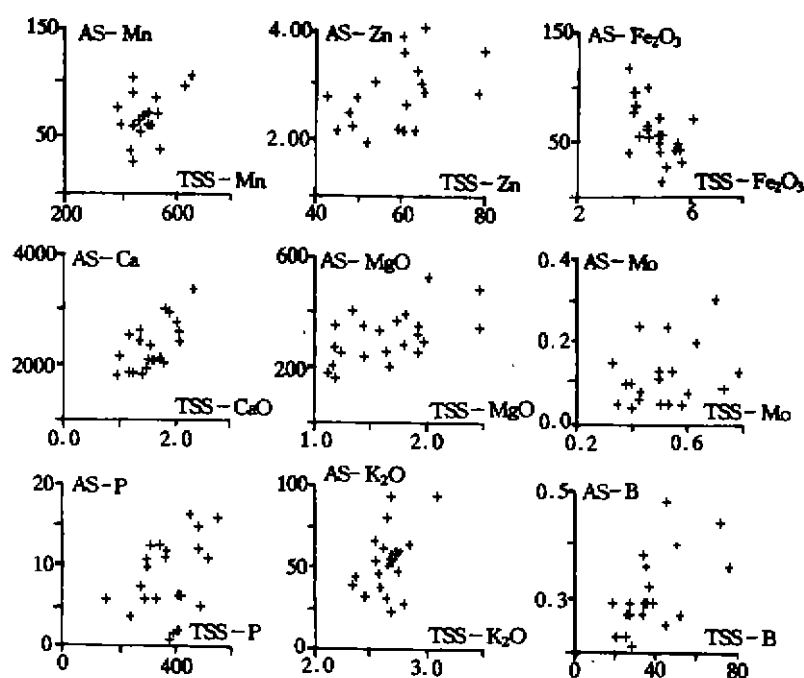


图 2 抚宁—卢龙地区土壤元素有效量与水系沉积物元素含量散点分布图

- (1)土壤有效锰(AS-Mn)与水系沉积物锰(TSS-Mn)散点图;
- (2)土壤有效钙(AS-Ca)与水系沉积物钙(TSS-Ca)散点图;
- (3)土壤有效磷(AS-P)与水系沉积物磷(TSS-P)散点图;
- (4)土壤有效锌(AS-Zn)与水系沉积物锌(TSS-Zn)散点图;
- (5)土壤有效镁(AS-Mg)与水系沉积物镁(TSS-Mg)散点图;
- (6)土壤有效钾(AS-K)与水系沉积物钾(TSS-K)散点图;
- (7)土壤有效铁(AS-Fe)与水系沉积物铁(TSS-Fe)散点图;
- (8)土壤有效硼(AS-B)与水系沉积物硼(TSS-B)散点图;
- (9)土壤有效钼(AS-Mo)与水系沉积物钼(TSS-Mo)散点图

上述研究表明,在某一特定的地球化学景观范围内,多数营养元素在水系沉积物中的含量与土壤中的有效量(而不仅是土壤中全量)有显著的正相关性,为水系沉积物地球化学资料直接应用于农牧林业提供了理论依据和方法技术途径。

3 水系沉积物地球化学资料应用于农业的基本方法技术

在应用水系沉积物地球化学资料指导农业生产方面,前人多是以定性评价区域内营养元素丰缺为基础进行的,我们拟以水系沉积物元素含量与土壤元素有效量间存在的正

相关性为依据,采用定量/半定量方式,应用水系沉积物元素资料编制出区域农业地球化学图。

3.1 土壤中作物营养元素的丰缺标准

能为作物根系直接吸收利用的是土壤中元素的相对活动态(有效态),迄今为止,土壤中作物营养元素的丰缺标准均是以元素有效量给出的,由于营养元素的土壤丰缺标准的研究认定本身就是一个难题,至今除了 P, K, Cu, Zn, B, Mo 具有有效量丰缺标准外,其余营养元素还很难查阅相关的参考值。综合有效量研究有关成果,结合研究区土壤类型及本次研究采用的有效态提取技术,拟以表

2 所示含量分级作为土壤元素有效量丰缺的参考标准。

3.2 水系沉积物中作物营养元素的丰缺标准的确定

根据水系沉积物元素含量与土壤元素有效量间存在的正相关性,可以求得水系沉积

物含量与土壤有效量间的回归方程:

$$C_y = A + B \times C_x$$

其中 C_y 为水系沉积物中全量, C_x 为土壤中有效量,各元素回归方程的 A 和 B 值见表 3。根据回归方程,参照表 2 可求得全量分级标准(表 4)。

表 2 研究区土壤中作物营养元素有效量丰缺参考标准 $\mu\text{g/g}$

含量分级	低	中	高	提取方法
营养水平	缺	适量	丰富	
P	<8	8~15	>15	0.1 M NaCO_3
K	<80	80~150	>150	1 M NH_4Ac
Cu	<2	2~4	>4	0.1 M HCl
Zn	<4	4~8	>8	0.1 M HCl
B	<0.5	0.5~1.0	>1.0	沸水法
Mo	<0.15	0.15~0.20	>0.20	草酸-草酸氨
Fe	<80	80~200	>200	0.1 M HCl
Mn	<100	100~200	>200	0.1 M HCl

表 3 研究区水系沉积物中元素含量与土壤中元素有效量回归系数值

C_y	C_x	A	B	相关系数
$\text{K}_2\text{O}(\%)$	$\text{K}(\mu\text{g/g})$	2.458	0.0038	0.453
$\text{CaO}(\%)$	$\text{Ca}(\mu\text{g/g})$	0.153	0.0006	0.685
$\text{MgO}(\%)$	$\text{Mg}(\mu\text{g/g})$	0.879	0.0024	0.565
$\text{Mn}(\mu\text{g/g})$	$\text{Mn}(\mu\text{g/g})$	389.7	1.356	0.444
$\text{Zn}(\mu\text{g/g})$	$\text{Zn}(\mu\text{g/g})$	38.2	7.459	0.451
$\text{B}(\mu\text{g/g})$	$\text{B}(\mu\text{g/g})$	-0.88	124.34	0.612

3.3 应用水系沉积物元素地球化学资料指导农业生产

根据表 4 给出的水系沉积物中营养元素分级标准,编制出研究区营养元素的农业地球化学图(图 3),发现本区呈大片缺乏的元素

主要有 K, Zn, Mn, B 等。1991 年至今,地矿部物化探所在该区进行的水稻、玉米、花生、苹果试验表明,施用微肥可明显提高农作物的产量和品质^[2]。目前该区 Zn, B 微肥已得到普遍的推广应用,增产效果明显(表 5),预期 B, Mn 肥推广应用前景很大。这证明上述研究结果是可信的。

表 4 研究区水系沉积物中营养元素

全量参考分级标准 $\mu\text{g/g}$

元素或组分分级	低	中	高
$\text{K}_2\text{O}(\%)$	<2.76	2.76~3.02	>3.02
$\text{Mn}(\mu\text{g/g})$	<525.3	525.3~660.9	>660.9
$\text{Zn}(\mu\text{g/g})$	<68.0	68.0~97.9	>97.9
$\text{B}(\mu\text{g/g})$	<61.3	61.3~123.5	>123.5

表 5 抚宁县、卢龙县 1995 年微肥推广应用概况

元素	用量(t)	施用面积(亩)	施用作物	大面积施用效果
Mn	0.5	600	玉米	增产 8%~15%
Zn	150	160000	果树、玉米、甘薯、水稻	增产 5%~18%
B	10	60000	果树、水稻、花生	增产 10%~20%

总结本次工作和前人研究成果,可以得出农业地球化学的基本工作思路:区域地球化学调查→农作物营养元素含量、营养水平诊断→区域农业地球化学图的编制→施肥试验、推广应用,多年实践证明这一思路是正确

的,方法技术是基本可行的,是地球化学资料应用于农业、为农业生产服务的有效途径。

本项研究是在地矿部物化探所的支持下完成的,并得到了秦皇岛市地方农业部门的协助和支持,物化探所中心实验室张勤、孙晓

玲同志承担了样品的分析测试工作,在此一并表示衷心的感谢。

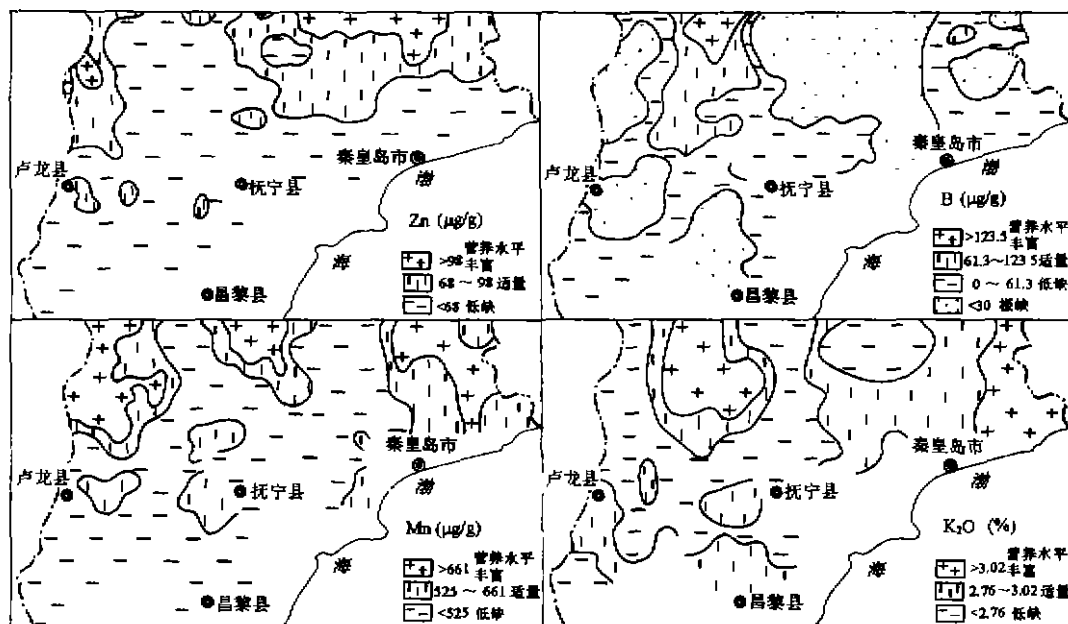


图3 抚宁—卢龙地区 Zn, Mn, B, K₂O 元素农业地球化学图

参考文献

- 1 孙天崇,等.区域化探资料在农业及环境中的应用.物探与化探,1992,16(1)
- 2 朱立新,等.区域化探资料在提高农作物产量上的应用成果.物探与化探,1994,18(4)
- 3 Webb J S. Regional geochemical reconnaissance applied to some agricultural problems in Co. Limerick. Nature, 1965 (208)
- 4 Thornton I. Geochemistry applied to agriculture. Applied Environmental Geochemistry, 1983
- 5 袁可能.植物营养元素的土壤化学.科学出版社,1983, 610
- 6 林葆,等.中国肥料.上海科学技术出版社,1994.767

APPLICATION OF REGIONAL GEOCHEMICAL DATA TO INCREASING OF CROP YIELD

Zhou Guohua, Zhu Lixin, Ma Shenming

Studies on some nutritive elements at Funing-Lulong area showed that there were evident plus-correlations between their available values in soils and the concentrations in stream sediments. The supply level of these nutritive elements was evaluated by using the stream sediment geochemical data.

Key words geochemistry, nutritive element, crop, supply level



第一作者简介:

周国华 男,1964年生。1986年毕业于长春地质学院岩化系地球化学找矿专业,1989年在长春地质学院岩化系获硕士学位。现任地质矿产部地球物理地球化学勘查研究所农业和环境地球化学课题组高级工程师,从事勘查地球化学方法技术研究。

通讯地址:河北省廊坊市金光道84号 地矿部物化探所工程中心五部 邮政编码:065000