

黑龙江省松嫩平原与三江平原土壤养分含量 与空间分布特征研究

李玉影¹,刘双全¹,刘颖¹,张明怡¹,姬景红¹,韩光¹,史俊琴²

(1. 黑龙江省农业科学院 土壤肥料与环境资源研究所,黑龙江 哈尔滨 150086;2. 海伦市农业技术推广中心,黑龙江 海伦 152300)

摘要:应用 GPS 和 GIS 定位技术,对黑龙江省松嫩平原和三江平原粮食主产区土壤按 20 km×20 km 的网格进行取样,对土壤速效养分状况与分布特征进行了研究。结果表明,黑龙江省松嫩平原和三江平原粮食主产区土壤缺氮面积占 87.9%,缺磷面积占 46.1%,缺钾面积占 72.4%,缺硫面积占 86.1%,缺锌面积占 61.3%,缺硼面积占 43.6%。应采用松嫩平原地区重点补磷和锌,三江平原地区重点补硼,中南部地区重点补氮磷钾和全面补硫的施肥策略。

关键词:松嫩平原;三江平原;土壤养分状况;空间分布

中图分类号:S153.6

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2010)02-0025-04

黑龙江省现有耕地面积 1 173.3 万 hm^2 ,主要土壤为黑土、草甸土、黑钙土、白浆土和暗棕壤,分别占耕地面积的 31.2%、26.3%、13.8%、10.1%、10.0%,此外,风沙土在松嫩平原西部的齐齐哈尔地区分布也比较集中,面积 14.6 万 hm^2 ,占全省耕地面积的 1.3%^[1]。黑龙江省土壤相对肥沃,但经过多年开垦,土壤质量退化不容乐观。由于土壤侵蚀、过度垦殖和掠夺式经营以及农业生产造成的土壤污染等因素导致大部分土壤养分状况恶化,黑土 B、Cu、Zn 的有效态含量较低,其中 Zn 严重缺乏^[2]。黑土肥力退化主要原因是现行不合理的耕作、施肥及连作制度^[3]。松嫩平原土壤养分退化主要原因是土壤的过度开垦、掠夺式的经营和人们急功近利的思想^[4];20 世纪 90 年代后期黑龙江省土壤氮素平衡、磷素盈余,而钾素亏缺^[5]。松嫩平原和三江平原又是黑龙江省粮食主产区,准确掌握该地区土壤养分状况,对提高全省粮食产量、确保国家粮食安全具有重要的意义。该研究采用全球卫星定位系统(GPS)和地理信息系统(GIS)技术,通过对黑龙江省松嫩平原和三江平原土壤养分丰缺状况及分布特征进行研究,为土壤养分精细管理与高效施肥提供科学依据和技术支撑。

1 材料与方法

1.1 研究区域概述

松嫩平原大部分位于黑龙江省西部,包括松嫩低平原、高平原和嫩江流域上游山地,总面积为 15.40 万 km^2 ,占全省面积的 33.9%,平原区海拔高度一般在 100~200 m,主要土壤为黑钙土、黑土、风沙土等。三江平原位于黑龙江省东北部,总面积为 10.88 万 km^2 ,占全省面积的 23.9%,平原区海拔高度一般在 50~200 m 左右,主要土壤为草甸土、白浆土、黑土等。两大平原总面积为 26.28 万 km^2 ,占全省总面积的 57.8%。主要作物为大豆、玉米、水稻、马铃薯、小麦和甜菜。

1.2 土壤样品采集与测定

采用 GPS 定位技术,对黑龙江省松嫩平原和三江平原粮食主产区按 20 km×20 km 的网格进行定点取样(见图 1)。共采集耕层(0~20 cm)土壤样品 371 个,每个样品由 10~15 个样点混合而成,覆盖面积 26.83 万 km^2 。采样时间是 2005 年 4 月 11 日~5

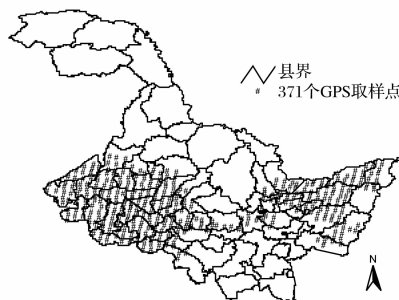


图 1 黑龙江省 371 个 GPS 取样点分布情况

收稿日期:2009-10-13

基金项目:“十一五”国家科技支撑资助项目(2008BADA4B06);国际植物营养研究所(IPNI)资助项目

第一作者简介:李玉影(1962-),女,黑龙江省方正县人,博士,研究员,从事植物营养方面的研究。E-mail:liyuying1023@163.com。

月 7 日。土壤碱解氮(N)、速效磷(P)、速效钾(K)含量测定采用常规分析法^[6],其它项目测定采用土壤养分状况系统研究法(ASI 法)^[7]。

1.3 土壤养分分级标准与数据处理

土壤养分分级采用土壤养分状况系统研究法(ASI)的分级标准^[8]和第二次土壤普查分级标准,即有效氮磷钾评价采用第二次土壤普查标准,微量元素采用 ASI 分级标准(见表 1)。该研究采用 Arc Map 8.3、Arc Catalog 8.3、Arc View GIS 3.2、Excel 2003 等软件处理属性与空间数据。

表 1 土壤速效养分分级指标 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

土壤养分	缺乏	适中	高	极高
N	<125	125~150	150~175	>175
P	<10	10~20	20~30	>30
K	<120	120~140	140~180	>180
Ca	<400	400~1200	1200~4500	>4500
Mg	<150	150~400	400~1200	>1200
S	<12	12~24	24~40	>40
B	<0.5	0.5~1.0	1~3	>3
Mn	<10	10~30	30~150	>150
Zn	<2	2~3	3~6	>6

表 2 黑龙江省主要耕地土壤基本农化性质(n=371)分析

参数	有机质 $/\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	Ca	Mg	K	N	P	S	B	Mn	Zn
$\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$										
最大值	110.11	8316.8	1422.8	375.2	335.7	117.6	66.0	6.12	235.59	7.97
最小值	3.91	757.3	87.8	65.2	40.0	5.2	1.2	0.10	6.85	0.66
平均	37.50	3979.6	577.7	149.7	144.2	24.6	8.8	1.07	70.22	2.23
中值	35.99	3994.1	540.9	138.5	140.9	21.8	4.7	0.95	66.87	2.02
标准差	18.78	1528.2	260.2	55.8	41.0	14.6	10.0	0.81	46.33	1.02
变异系数/%	50.09	38.4	45.0	37.3	28.4	59.2	114.0	75.61	65.99	45.93

别占总面积的 72.4%、24.8%和 2.8%,说明黑龙江省耕地土壤速效钾含量绝大部分处于缺乏状态,施用钾肥是获得高产和维持土壤钾素平衡的重要措施。

表 3 黑龙江省主要耕地土壤养分状况分级及比例

土壤养分平均含量 $/\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$		比例/%			
		缺乏	适中	高	极高
N	144.2	87.9	11.2	0.8	0.1
P	24.6	46.1	53.3	0.6	0
K	149.7	72.4	24.8	2.8	0
Ca	3979.6	0	1.2	7.4	91.4
Mg	577.7	0.7	6.3	12.9	80.1
S	8.8	86.1	13.0	0.7	0.1
B	1.1	43.6	42.7	13.0	0.7
Mn	70.2	1.2	17.4	79.8	1.6
Zn	2.2	61.3	37.8	0.7	0.2

2.1.2 中微量元素 土壤有效钙和有效镁含量都

2 结果与分析

2.1 土壤养分含量丰缺状况

根据第二次土壤普查和 ASI 分级标准对黑龙江省松嫩平原和三江平原速效养分状况进行了评价,并采用地统计学软件 ArcGIS 9.0 计算不同养分级别的耕地面积。

2.1.1 大量元素 研究结果(见表 2)表明,黑龙江省松嫩平原和三江平原土壤碱解氮平均含量 $144.2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,处于临界状态,缺乏、适中和高量 3 个级别的土壤面积分别占总面积的 87.9%、11.2%和 0.9%,说明黑龙江省耕地土壤碱解氮含量绝大部分处于缺乏状态,施用氮肥仍是获得高产的重要措施。土壤速效磷含量平均为 $24.6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,略高于临界值,缺乏、适中和高量 3 个级别土壤面积分别占总面积的 46.1%、53.3%和 0.6%,说明黑龙江省耕地土壤速效磷含量处于中等偏下水平,农业生产还应重视磷肥的有效施用。土壤速效钾平均含量为 $149.7 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,处于临界状态,缺乏、适中和高量 3 个级别土壤面积分

集中在高量以上级别,分别占总面积的 98.8%和 93%,说明黑龙江省土壤钙和镁含量丰富。土壤有效硫含量平均为 $8.8 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,低于临界值,缺乏、适中和高量 3 个级别土壤面积分别占总面积的 86.1%、13.0%和 0.8%,说明黑龙江省耕地土壤有效硫含量处于缺乏状态,生产上应注意硫肥的科学施用。土壤有效硼平均含量为 $1.1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,高于临界水平,缺乏、适中和高量土壤面积分别占总面积的 43.6%、42.7%和 13.7%。土壤有效锰含量平均为 $70.22 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,远远高于临界值,缺乏、适中和高量土壤面积分别占总面积的 1.2%、17.4%和 81.4%。土壤有效锌平均含量 $2.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,处于临界状态,缺乏、适中和高量土壤面积分别占总面积的 61.3%、37.8%和 0.9%(见表 3)。

2.2 土壤养分空间分布特征

2.2.1 大量元素空间分布特征 从土壤碱解氮空

间分布上看(见图2),三江平原较松嫩平原含量高,尤其是三江平原黑龙江流域的抚远、饶河、虎林、同江、富锦、宝清等县市土壤碱解氮含量较高;松嫩平原的中西部土壤碱解氮含量很低,主要分布在拜泉、明水、青冈、望奎、安达、兰西、肇东、林甸、杜蒙、大庆、呼兰、哈尔滨、双城、五常等市县。从土壤速效磷空间分布上看,总的趋势是三江平原高于松嫩平原,尤其是松嫩平原西部盐碱土地区速效磷含量极低。三江平原的抚远、饶河、绥滨和宝清等市县的白浆土地区速效磷含量也较低。从土壤速效钾空间分布上看,土壤速效钾含量均较低,只是松嫩平原的中北部(北安、克山、海伦、绥化、绥棱等市县)和三江平原的中部(桦南、双鸭山、集贤、友谊、富锦等市县)土壤速效钾含量较高,其它地区都较低。

2.2.2 中量元素空间分布特征 土壤有效钙地带性分布规律非常明显,松嫩平原盐碱土地区有效钙含量非常高,而且分布也很集中,绝大部分土壤有效钙含量都在 $4\ 500\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 之上;东部三江平原白浆土和草甸土地区大部分土壤有效钙都在 $2\ 500\sim 4\ 500\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$,总的来说,土壤含钙丰富。土壤有效

镁空间分布两大平原没有明显区别,绝大部分土壤有效镁含量都在 $400\sim 750\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$,只有局部零星地块较高,总的来说,土壤含镁丰富。土壤有效硫空间分布两大平原没有明显区别,绝大部分土壤有效硫含量都在 $12\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 之下,只有局部零星地块较高,总的来说,土壤缺硫严重。

2.2.3 微量元素空间分布特征 土壤有效硼地带性分布规律明显,松嫩平原典型黑土区有效硼含量比较丰富,主要有双城、哈尔滨、呼兰、绥化、海伦、北安等市县,其它地区土壤有效硼含量均在 $1.5\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 以下,尤其是三江平原白浆土地区土壤缺硼几率更大。土壤有效锌和有效锰地带性分布规律明显,松嫩平原盐碱土地区有效锌和有效锰含量极低,除三江平原中部的草甸土和黑土有效锌含量较高外,其它地区土壤有效锌都很低;除盐碱土外,其它土壤有效锰含量均较高。

黑龙江省耕地土壤除钙、镁、锰含量丰富外,其它营养元素均处于不同程度缺乏状态,土壤养分主要限制因子为氮、硫、钾、锌、磷和硼,在重视氮、磷、钾的同时,应注意中微量元素的平衡施用。

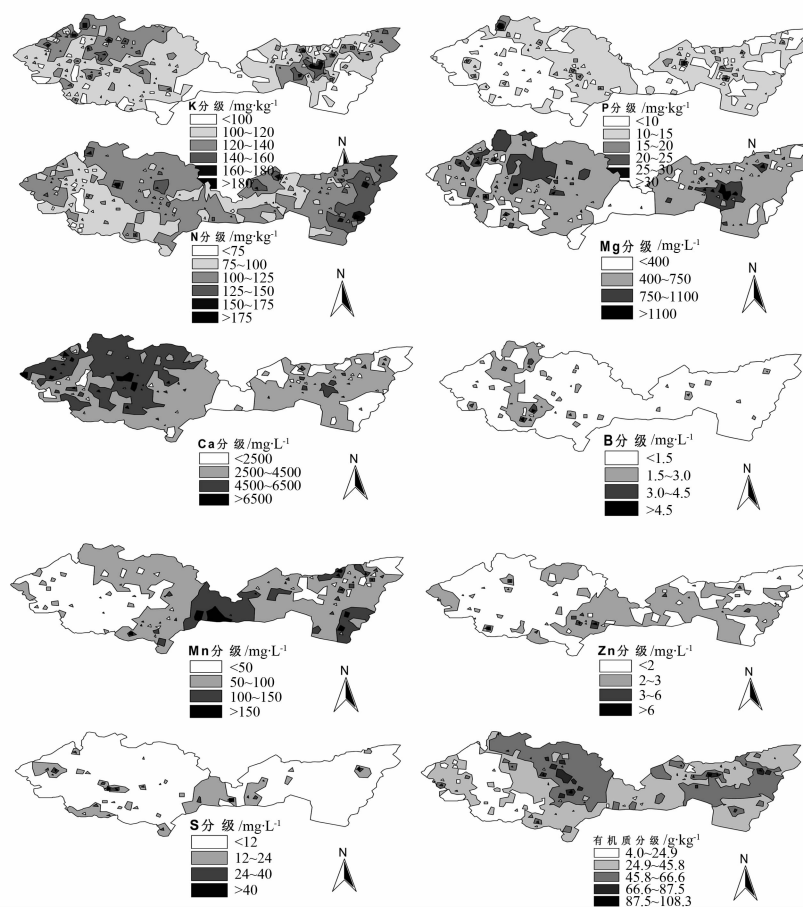


图2 黑龙江省土壤速效养分空间分布情况

3 结论与讨论

研究表明,黑龙江省松嫩平原粮食主产区土壤缺氮面积占 87.9%,缺磷面积占 46.1%,缺钾面积占 72.4%,缺硫面积占 86.1%,缺锌面积占 61.3%,缺硼面积占 43.6%,其它因营养元素如钙、镁、锰相对丰富。从空间分布情况看,松嫩平原西部和南部土壤缺氮、磷、钾、铁、锰严重,但镁含量比较丰富;三江平原土壤缺硼严重,氮、磷、钾、铁、锰等元素相对比较丰富;土壤缺硫比较普遍,在松嫩平原和三江平原分布都比较均匀。因此,在养分管理和肥料运筹上,应该采取:松嫩平原地区重点补磷和锌、三江平原地区重点补硼、中南部地区重点补氮、磷、钾和全面补硫的措施。

以往研究表明,黑龙江省土壤钾素亏缺严重,土壤有效磷含量处于中等水平,松嫩平原盐碱土地地区显示缺磷严重,三江平原地区磷有富集趋势^[9]。黑龙江省土壤施硫促进大豆和玉米的增产,缺硫土壤面积 $203.2 \times 10^3 \text{ hm}^2$, 占整个耕地面积的 16.6%,潜在缺硫面积 $698.1 \times 10^3 \text{ hm}^2$, 占整个耕地面积的 57.1%^[10]。有研究表明,东北平原 0~20 cm 的表层土壤有效氮、磷、钾、硫和锌的缺乏面积分别为 18.5%、28.6%、51.1%、78.6%和 44.7%^[11], 该研究

结果与上述报道基本一致。

参考文献:

- [1] 黑龙江省土地管理局,黑龙江省土壤普查办公室. 黑龙江土壤[M]. 北京:农业出版社,1992:91-210.
- [2] 陆继龙,周永昶,周云轩. 吉林省黑土某些微量元素环境地球化学特征[J]. 土壤通报,2002,33(5):365-368.
- [3] 赵兰坡,王鸿斌,刘会青,等. 松辽平原玉米带黑土肥力退化机理研究[J]. 土壤学报,2006,43(1):79-84.
- [4] 孟凯,张兴义. 松嫩平原黑土退化的机理及其生态复原[J]. 土壤通报,1998,29(3):100-102.
- [5] 王建国,王德禄,王守宇,等. 黑龙江农田养分平衡和养分水平的动态变化[J]. 农业系统科学与综合研究,2000,16(2):124-127.
- [6] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2005:30-34,83-86,100-108.
- [7] 金继运. 土壤养分系统研究法及其应用初报[J]. 土壤学报,1995,32(1):84-90.
- [8] 加拿大磷钾研究所北京办事处. 土壤养分状况系统研究法[M]. 北京:中国农业出版社,1992:16-69.
- [9] 李玉影. 黑龙江省主要土壤供钾能力及钾肥效应[J]. 农业系统科学与综合研究,1999,15(1):68-70.
- [10] 吴英,孙彬,迟凤琴. 黑龙江省主要类型土壤耕层有效硫状况及硫肥有效性研究[J]. 植物营养与肥料学报,2001,7(4):477-480.
- [11] 王红娟,白由路,魏义长. 东北平原土壤速效养分状况与分布研究[J]. 中国土壤与肥料,2008(2):19-23.

Study on the Status and Distribution of Soil Nutrients in Songnen and Sanjiang Plains in Heilongjiang Province

LI Yu-ying¹, LIU Shuang-quan¹, LIU Ying, ZHANG Ming-yi¹, JI Jing-hong¹, HAN Guang¹, SHI Jun-qin²

(1. Soil and Fertilizer Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086; 2. Agricultural Technology Extending Centre of Hailun city, Hailun, Heilongjiang 152300)

Abstract: Directed by information technology GIS and GPS, soil samples were collected on a 20 km × 20 km grid in Songnen plain and Sanjiang plain in Heilongjiang province to study soil nutrients status and distribution. The result showed that nutrients deficient acreage proportion of available N, P, K, S, Zn and B were 87.9%, 46.1%, 72.4%, 86.1%, 61.3% and 43.6%, respectively. So the strategy of fertilization should be laid on specially supplying P and Zn in Songnen plain, specially supplying B in Sanjiang plain, specially supplying N, P and K in the central and the South of the province, specially supplying S in the whole province.

Key words: Songnen plain; Sanjiang plain; status of soil nutrients; spatial distribution

恭祝

