

# 山东省不同土类速效硼含量及区域分布\*

吴建明 高贤彪 高弼模

冯曰广

隋金山

房瑞士

(山东省农科院土肥所)

(济南市土肥站)

(平度县土肥站)

(枣庄市土肥站)

硼是植物正常生长和生活必不可少的微量营养元素。植物硼素营养水平与土壤供硼状况有密切的关系。本文就山东省不同土类速效硼的丰缺情况及区域分布作一论述。

## 一、土壤样本的采集及分析

1983—1986年结合山东省土壤普查,根据土壤类型采集多点混合的土壤标本5102个,并按土壤发生层次分层采集土壤剖面标本285个,风干后过1.0毫米尼龙筛。

土壤速效硼分析方法是,将土:水为1:2的悬浊液沸腾5分钟,过滤,用姜黄素显色,用721型分光光度计比色。

## 二、结果及讨论

(一)不同土类速效硼含量 土壤中的硼来源于各种含硼成土矿物,以沸水提取的硼是土壤硼最活跃的部分,与作物施硼效应有良好的相关性。热水溶性硼又称有效硼或速效硼。根据4925个土壤样本分析,土壤速效硼含量与土壤类型有密切关系(表1)。

棕壤。母质为片麻岩、花岗岩、正长岩和砂页岩等酸性母岩风化物,并因地形而成残积、坡积物或洪积、冲积物。土壤速效硼含量平均0.31ppm,94.5%样本<0.5ppm,是速效硼含量低的主要土类。从棕壤的4个亚类看,棕壤性土的土层较浅,水土流失较重,有机肥用量较少;而白浆化棕壤多分布于降雨中心,受强烈淋溶作用,这二个亚类的含硼量较低,平均均为0.28ppm;棕壤和潮棕壤亚类分布地形较低而平坦,耕层较厚,有机肥用量较多,熟化程度较高,

表1 山东省不同土类速效硼含量(ppm)

土类	样品数	范围值	平均值	标准差	变异系数%	频率 (%)				
						<0.3	0.3—0.5	0.5—1.0	1.0—2.0	>2.0
棕壤	1087	0.07—1.61	0.31	0.129	41.6	54.9	39.6	5.4	0.1	0.0
褐土	1679	0.07—3.55	0.43	0.223	51.4	18.0	56.5	24.4	1.2	0.1
潮土	1679	0.10—2.68	0.60	0.302	50.0	9.5	31.5	51.3	7.5	0.2
砂姜黑土	323	0.17—1.37	0.50	0.175	35.0	8.5	46.8	42.1	2.6	0.0
水稻土	56	0.14—0.92	0.38	0.156	41.1	28.3	46.3	25.4	0.0	0.0
盐土	84	0.19—6.79	1.01	0.890	87.9	2.2	16.3	53.3	20.7	7.6
风砂土	17	0.04—0.72	0.27	0.185	69.4	58.8	29.4	11.8	0.0	0.0

\* 本项工作曾得到中科院南土所刘铮、朱其清,中国农科院诸天铨,山东农大曹会璋,华东农大刘武定等专家赐教。韩瑞堂、林日辉、谷明兰、谷昭川、李正英、王星吾、王玉奎、孙鹏、阿传胜等参加部分工作。杨果承担部分分析工作。特此谢意。

平均含硼量分别为0.31和0.35ppm。

褐土。母质为不同地质时期石灰岩和红土、黄土和黄土状堆积物等钙质母岩、母质的风化物。土壤速效硼含量平均0.43ppm,74.5%样本<0.5ppm。由于母质种类多,地质条件复杂,褐土的4个亚类间含量变化较大,褐土性土耕层较浅,受较强淋溶作用的影响,含硼量低,平均为0.35 ppm;潮褐土地势平坦,土层深厚,熟化程度较高,含硼量也较高,平均0.51 ppm;淋溶褐土和褐土平均含硼量均为0.41ppm。

潮土。是发育在河流沉积物上的隐域性土类。含硼量直接受到沉积母质的影响,平均0.6 ppm,是速效硼含量适中的土类。在潮土亚类中,将发育在鲁中南及鲁东河流冲积物母质上的潮土(称非黄河冲积性潮土)与发育在鲁西北黄河冲积物母质上的潮土(称黄河冲积性潮土)分别统计,非黄河冲积性潮土由于母质系来源于山地丘陵的各种岩石风化物,加之较强的淋溶作用,其含硼量(平均0.38ppm)明显低于黄河冲积性潮土(平均0.63 ppm);其他潮土亚类,以盐化潮土含硼量最高,平均0.73ppm,而湿潮土和褐土化潮土平均含硼量分别为0.55和0.60ppm。

砂姜黑土。母质为第四纪浅湖沼相沉积物。主要分布在胶莱平原、沂沭河谷平原及南四湖交接洼地。速效硼含量平均0.50ppm,55.3%样本<0.5ppm。

山东省内水稻土、盐土、风砂土面积很小,呈零星分布。风砂土,速效硼含量最低,平均0.27ppm。盐土,由于受到含硼量较高的海水对海相沉积物的影响,含硼量最高,平均1.01 ppm;发育在沿海沉积物上的滨海盐土,含硼量最高的可达6.79ppm。水稻土,速效硼平均含量0.38ppm,74.6%样本<0.5ppm。

根据模糊数学的分类原则,对17种土壤速效硼含量进行Q型聚类分析,在所作的枝状图(图1)D=0.5处划一垂直于横轴的直线,分为低、中、高硼3个土类组。

低硼土类组(2620个样品),有效硼平均含量为0.37ppm,以发育在山地丘陵地带岩石风化物上的棕壤、褐土两大地带性土类为主,此外,还有水稻土、风砂土及非黄河冲积性潮土,含硼量低的主要原因是成土母质和成土过程的淋溶作用;中硼土类组(1992个样品),有效硼平均含量0.59ppm,为发育在黄河冲积性母质上的潮土、富含碳酸钙的砂姜黑土及潮褐土、此

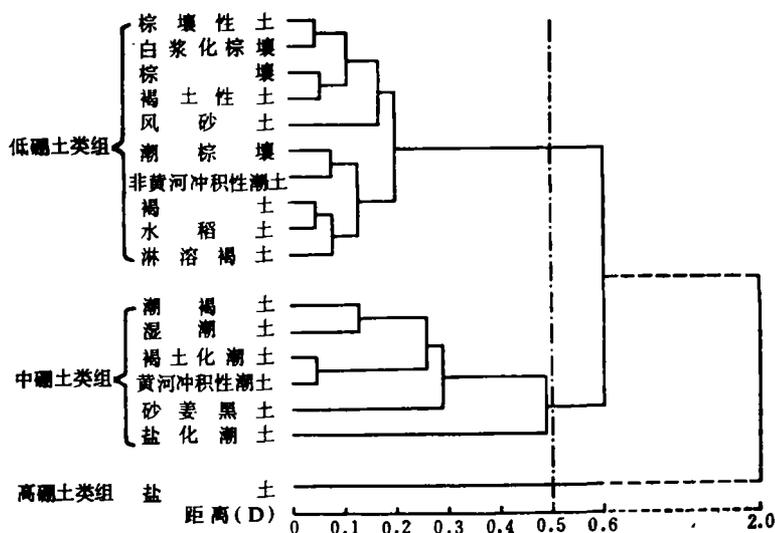


图1 土壤速效硼含量(ppm)Q型聚类分析

组土壤受含硼较高的母质及生物作用的影响土壤表层有硼的弱积聚现象；高硼土类组（84个样品），有效硼平均含量1.01 ppm，在盐土的成土过程中，较高的地下水位和蒸发强度使硼随水盐在地表积聚。

(二)土壤剖面中硼的淋溶富集 土壤中硼的迁移和富集是成土过程的反映<sup>[1,2]</sup>。山东省境内有黄河冲积平原和山地丘陵、钙质和非钙质成土母质交错共存，降雨量分布不均，地域性气候差异显著，造成土体内速效硼分布的复杂性。根据283个不同土类的土壤剖面表土、心土、底土的速效硼含量分为低、中、高三级，相对地归纳为淋溶型、弱淋溶型、弱积聚型和积聚型4类(表2)。

棕壤剖面以通体速效硼含量低，并且表土与心土、底土差异较少的淋溶型和弱淋溶型为主，90%以上的剖面各层均 $<0.4\text{ppm}$ ，分布在鲁东及鲁中南地区；潮土剖面以通体速效硼含量较高并且表土显著高于心土、底土的弱积聚型和积聚型为主，8.5%的剖面各层 $>0.4\text{ppm}$ ，并且表土层含量分别为心土、底土的130.6%和139.0%；砂姜黑土、水稻土土体中速效硼的分布规律与潮土相近；褐土剖面各层速效硼分布状况介乎棕壤和潮土之间，44%剖面表土含硼量 $>0.4\text{ppm}$ ，而心土、底土层分别有56%和67%样本 $<0.25\text{ppm}$ 。

速效硼在不同土类土壤剖面中的迁移和积累具有一定的规律性。山东省地处暖温带的湿润、半湿润和半干旱的气候，使自然土壤具有生物富集、蒸发层积和淋溶淀积的成土过程；山东省古为齐鲁之邦，有着悠久的耕作历史，使农业土壤得到了培肥，如潮棕壤、潮褐土、褐土化潮土和湿潮土等熟化度较高。滨海盐土由于水溶性硼随水、盐表集和高硼含量的海相沉积物的共同作用，表土含硼量比底土层低而比心土层高；棕壤由于较严重的水土流失和较高的降水条件，通体低硼；其余各土类均随深度的增加而减少(图2)。除滨海盐土外，整个土体速

表 2 土壤剖面中有效硼分布类型的相对频率(%)

土壤类型	标本数	分 布 类 型			
		积聚型	弱积聚型	弱淋溶型	淋溶型
棕壤	47	10.7	19.1	38.3	31.9
褐土	91	4.4	51.6	38.5	5.5
潮土	88	38.6	36.4	21.6	3.4
砂姜黑土	34	26.5	58.8	11.8	2.9
水稻土	23	26.1	34.8	17.4	21.7

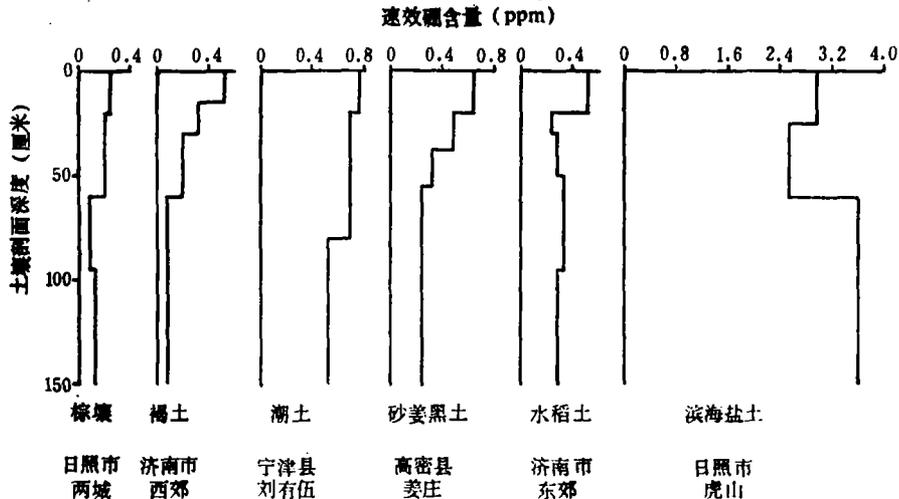


图 2 不同土类土壤剖面中速效硼分布

效硼含量也以潮土较高，依次为砂姜黑土、水稻土、褐土、棕壤。

(三)土壤速效硼的区域分布 山东省土壤速效硼的分布有明显的区域性<sup>[3]</sup>①。以南四湖、运河、黄河、小清河为界，泛滥平原区土壤速效硼含量明显高于山地丘陵区；在山地丘陵区中，山前平原土壤含硼量又明显高于山地丘陵(表3)。

表3 不同地貌类型土壤速效硼的区域分布

地貌类型	样本数	范围值 (ppm)	平均值 (ppm)	标准差	变异系数 (%)	频 率 (%)					
						<0.3	0.3—0.5	0.5—1.0	1.0—2.0	>2.0	
山地丘陵	鲁东山地丘陵	643	0.04—2.98	0.34	0.18	52.4	46.81	42.77	10.26	0.00	0.16
	鲁中南山地丘陵	1472	0.07—2.49	0.36	0.14	40.1	35.12	52.11	12.36	0.34	0.07
山前平原	山前平原	1433	0.07—3.55	0.48	0.24	50.0	16.12	50.31	30.29	3.21	0.07
	湖沼平原	206	0.12—1.15	0.46	0.15	31.9	13.11	48.54	37.86	0.49	0.00
泛滥平原	黄泛平原	1109	0.09—2.68	0.65	0.26	40.3	3.97	25.52	62.04	8.21	0.27
	滨海平原	239	0.21—6.79	0.81	0.57	70.8	1.67	15.48	66.95	13.39	2.51

1. 山地丘陵。包括鲁东低山丘陵和鲁中南中、低山丘陵，占全省总土地面积的34.3%，其中山地与丘陵的比例约为4:6。2115个土样的速效硼平均含量0.35ppm，其中<0.3ppm的样本占38.7%；0.3—0.5ppm的样本占49.3%，是山东省主要的低硼区。

(1) 鲁东低山丘陵：包括胶莱河及沂沭断裂带以东的烟台青岛两市及潍坊市东南、临沂地区东部几个县境内的低山、丘陵和台地，占全省山地丘陵的42.9%。山地与丘陵比例约为1:3，地势平缓起伏，海拔多为100—800米。成土母岩为变质岩、混合岩、花岗岩等，以盐基淋溶为主要成土过程。除棕壤外，还零星分布褐土类土壤，速效硼含量<0.5ppm的样本占89.6%，硼肥对多种作物均有不同程度的效果，有的作物有多年应用硼肥的习惯。

(2) 鲁中南中、低山丘陵：东部毗邻鲁东低山丘陵，东南濒临黄河，四周为平原所环抱，包括临沂地区、济南市、泰安市、枣庄市的大部分，潍坊市、淄博市南部，济宁市东部，占全省山地丘陵的57.1%。成土母岩为变质岩、花岗与石灰岩交错共存，中部地势较高，地形起伏变化较大，主要土类为棕壤和褐土复区。速效硼含量<0.5ppm的样本占87.2%，硼肥对多种作物效果明显。

2. 山前平原。包括山前平原和山间平原，占全省总土地面积的28.5%。1639个土样的速效硼平均含量0.47ppm，其中<0.3ppm的样本占15.7%；0.3—0.5ppm的样本占50.1%。是土壤速效硼潜在性缺乏区。

(1) 山前平原：包括鲁东低山丘陵和鲁中南中、低山丘陵的山前倾斜平原、河谷平原和盆地，占全省土地面积的24%，海拔高度50—200米，成土地母质包括石灰岩、砂页岩或变质岩等的冲积、洪积物，土壤以棕壤、潮棕壤、褐土及潮褐土为主。土壤速效硼<0.5ppm的样本占66.4%。

(2) 湖沼平原：包括鲁东低山丘陵和鲁中南山地丘陵的湖沼平原，占全省土地面积的4.5%，海拔高度30—100米，成土母质为洪积、冲积和湖积物，土壤类型以砂姜黄土、水稻土、潮褐土和湿潮土为主，土壤速效硼<0.5ppm的样本占61.7%。

① 山东省农业区划委员会办公室，山东省农业地貌图，1980。

3. 泛滥平原。包括小清河、黄河、南四湖西北的东营、惠民、德州、聊城、菏泽地区大部，占全省土地面积的34.7%，1348个土样的速效硼平均含量0.67ppm，其中0.5—1.0ppm的样本占62.9%，是土壤速效硼适中的主要地区。

(1) 黄泛平原：以黄河泛滥的各种洼地、缓平坡地及河滩高地等地形部位形成的潮土、湿潮土、盐化潮土及褐土化潮土等，占全省土地面积的27.9%。土壤速效硼平均含量0.65ppm，其中0.5—1.0ppm的样本占62%。

(2) 滨海平原：包括海相沉积、海相沉积与河流交错沉积及现代黄河河口冲积、堆积而成的滨海潮土、滨海盐潮土滨海潮盐土和滨海盐土等，占全省土地面积的6.8%。土壤速效硼平均含量0.81ppm，其中0.5—1.0ppm的样本占66.9%。

### 三、结 语

(一) 山东省棕壤、风沙土、水稻土、褐土74—94.5%土样速效硼 $< 0.5$ ppm，是低硼土类；盐土81.5%土样速效硼 $> 0.5$ ppm，是高硼土类；潮土和砂姜黑土介于二者之间，属中硼土类。

(二) 土壤剖面中速效硼含量以表土最高，多数随深度而减少，棕壤通体低硼，盐土表土和底土均高于心土；其余各土类随深度增加而减少，但减少的强度不同。

(三) 土壤速效硼因地貌、地形不同，呈明显的区域性分布。按地貌类型可分为：1. 鲁东、鲁中南山地丘陵缺硼区；2. 山前平原、湖沼平原潜在性缺硼区；3. 黄河平原、沿海平原中硼区。

### 参 考 文 献

- [1] 欧阳洮、钱承梁，我国某些主要土壤类型中硼的地球化学特征。土壤，14(4)，127—132，1982。
- [2] H·A·施罗德著(陈荣三译)，痕量元素与人，8—17页，科学出版社，1978。
- [3] 张俊民等，山东省山地丘陵区土壤，1—28页，山东省科学技术出版社，1986。

---

(上接第230页)

### 参 考 文 献

- [1] Russell, E. W. (赵诚斋译)，土壤结构(土壤结构的保持和改良)。土壤农化参考资料，4:7—16, 1975。
- [2] 赵诚斋等，水稻土的水理性质与土壤耕作的关系。土壤学报，20(2):140—153, 1983。
- [3] 中国科学院南京土壤研究所东亭任务组，江苏无锡东亭大队地表盐渍问题的初步研究。土壤，4:172—176, 1975。
- [4] 赵诚斋，土壤膨胀及其研究方法。土壤学进展，2:1—12, 1982。
- [5] Greacen, E. L., J. Soil Sci., 11:313—333, 1959。
- [6] Greacen, E. L., Aggregate Strength and Soil Consistence. Trans. 7th Int. Cong. Soil Sci., Madison 1:256—264, 1960。
- [7] Barly, K. P. and E. L. Greacen: Advances in Agro., 19:1—40, 1967
- [8] 赵诚斋等，水稻土合理耕作的研究。土壤学报，18(3):223—233, 1981。
- [9] 赵诚斋，太湖地区水稻土的耕作问题。土壤，2:56—60, 1984。
- [10] 雷文进，江苏省里下河土壤的发生和改良。土壤学报，7(3—4):227—236, 1959。