

东北黑土有机无机复合体组成

郝会军

(潍坊职业学院 山东 潍坊 261031)

摘要:在系统研究了东北黑土耕层有机无机复合体组成的基础上,深入研究了各组复合体含量随纬度的变化规律,并用三角坐标法研究了不同类型土壤及同一类型不同肥力土壤有机无机复合体分布特征。结果表明:东北黑土有机无机复合体组成中,G₁组复合体是主要部分,平均为55.01%,其次为G₀组复合体,平均为33.68%,G₂组含量最低,平均为11.31%。G₁组、G₂组复合体含量自北向南有渐减趋势,与纬度分别呈显著正相关;G₁+G₂和G₀+G₁+G₂自北向南也呈渐减趋势,与纬度分别呈极显著正相关。三角坐标中不同类型土壤的分布区域,同一类型不同肥力土壤的分布区域是特征性的。

关键词:东北黑土;有机无机复合体;三角坐标法

中图分类号:S 153.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2010)12-0017-05

东北黑土区是目前世界上仅有的三大黑土区之一,总面积11.78万km²,主要分布在黑龙江和吉林两省中部的京哈铁路东西两侧,占我国黑土总面积的80%。目前向以肥沃著称的东北黑土区正面临着退化的严重威胁,保护黑土地已是刻不容缓。土壤退化是指由集约利用引起的土壤性状恶化所导致的土壤生产力下降。简而言之,其实质是土壤肥力(或生产力)的降低以至丧失的过程。而对土壤肥力的改善与恢复又要从土壤肥力的物质基础—有机无机复合体着手,所以对土壤有机无机复合体的研究是土壤退化防治与恢复中的重中之重。该试验旨在通过对土壤肥力的物质基础—有机无机复合体的研究,阐明有机无机复合体组成,进而揭示土壤肥力实质,为东北黑土退化防治与恢复提供理论依据及途径。

1 材料与方法

1.1 采样地点及供试土壤

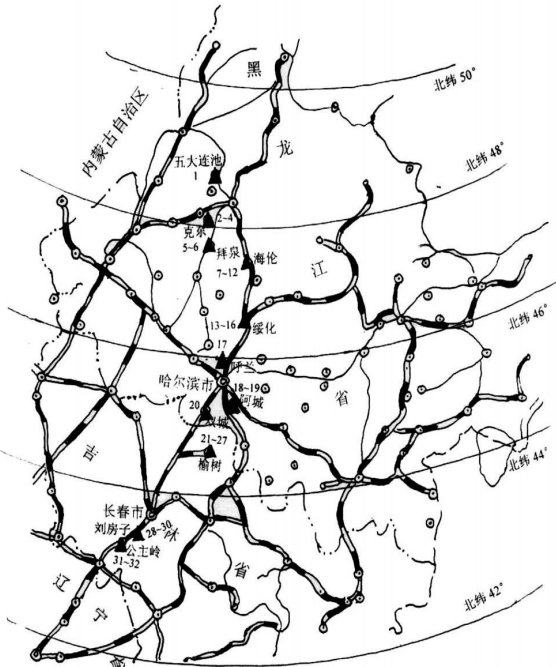
采样地点位于纵贯黑龙江省和吉林省中部的京哈铁路东西两侧,从北到南跨越5个纬度,共采集了32个耕层(0~30 cm)样品,4个土壤全剖面样品(共16个分层样品),具体采样地点见图1,供试土壤为黑土。

1.2 有机无机复合体的分组及提取方法

水分散组(G₀组)按陈家坊^[1]方法分离。即称取未过筛的风干土(土重按悬液浓度4%)放入高型烧杯中,

加水至规定高度浸泡1个昼夜,用底面带孔的搅拌器上下搅动10次,在规定时间内吸出小于10 μm颗粒。如此反复操作,直至澄清。提取部分为G₀组复合体。

G₁组按丘林原法^[2],即提取G₀后的剩余土壤加入1 N NaCl溶液,用玻璃棒不断搅拌,静置澄清后弃去上清液,如此反复3~4次,以钙试剂检查无钙离子,然后加水至刻度,按提取G₀步骤,分离出G₁组复合体。



▲表示采样地点,其旁边数字为样品序号

图1 供试土壤采样地点

Fig. 1 Location of sample soils

作者简介:郝会军(1977-),男,陕西府谷人,硕士,讲师,研究方向为植物营养。E-mail: haohj77@163.com。
基金项目:山东省高等学校优秀青年教师国内访问学者经费资助项目。
收稿日期:2010-03-22

G₂ 组的提取是在提毕 G₁ 组后, 将剩余土壤转移至 150 mL 烧杯中, 采用 JY92-I 超声波细胞粉碎机 21 kHz, 200 W, 10 min 处理后, 再按吸取 G₀ 的步骤吸取 G₂ 组复合体。各组所得的悬浊液均用稀 H₂SO₄ 聚沉, 弃去上清液, 移至蒸发器中, 在 50~60℃水浴上干燥, 干燥后称重、磨细, 保存备用。

2 结果与分析

2.1 有机无机复合体的总量

表 1 东北黑土耕层土壤中有有机无机复合体的组成

Table 1 Composition of organo-mineral complex in the cultivated horizon soils									
样号 Sample NO.	复合体组成 Percent of content of each group in total complex/ %			复合体含量 Content of each group in soil/ g · kg ⁻¹					G ₁ /G ₂
	G ₀	G ₁	G ₂	G ₀	G ₁	G ₂	G ₀ +G ₁ +G ₂	G ₁ +G ₂	
1	31.66	51.99	16.35	187.11	307.29	96.63	591.03	403.92	3.18
2	30.06	55.28	14.66	183.36	337.18	89.43	609.97	426.61	3.77
3	34.84	53.52	11.64	195.01	299.57	65.15	559.73	364.73	4.60
4	28.87	62.05	9.07	184.46	396.45	57.97	638.88	454.42	6.84
5	27.55	61.47	10.98	163.34	364.43	65.10	592.87	429.53	5.60
6	29.70	60.58	9.73	172.40	351.65	56.47	580.52	408.12	6.23
7	28.31	59.56	12.13	163.11	343.19	69.87	576.17	413.06	4.91
8	29.64	56.54	13.83	172.08	328.27	80.27	580.63	408.55	4.09
9	32.31	56.62	11.07	184.53	323.44	63.23	571.20	386.67	5.12
10	39.29	50.29	10.42	221.86	283.94	58.86	564.66	342.80	4.82
11	36.51	51.22	12.26	198.67	278.72	66.74	544.13	345.46	4.18
12	39.63	49.47	10.90	219.25	273.71	60.29	553.25	334.00	4.54
13	42.04	46.45	11.50	210.71	232.79	57.65	501.15	290.45	4.04
14	36.37	52.60	11.02	185.04	267.60	56.08	508.73	323.68	4.77
15	33.45	55.18	11.37	171.56	283.01	58.29	512.86	341.30	4.86
16	31.89	57.26	10.85	172.64	309.99	58.73	541.36	368.72	5.28
17	32.81	56.21	10.97	169.69	290.69	56.75	517.14	347.44	5.12
18	35.28	54.54	10.18	179.17	276.96	51.71	507.85	328.68	5.36
19	42.52	46.25	11.23	214.21	233.03	56.57	503.81	289.60	4.12
20	35.35	54.84	9.81	184.20	285.74	51.14	521.08	336.88	5.59
21	37.00	51.57	11.43	188.93	263.31	58.39	510.62	321.69	4.51
22	34.98	53.60	11.42	179.63	275.20	58.63	513.46	333.83	4.69
23	37.34	51.63	11.03	215.63	298.14	63.71	577.49	361.86	4.68
24	30.79	58.51	10.70	178.33	338.96	61.98	579.27	400.94	5.47
25	38.65	41.90	10.04	189.53	242.71	58.18	490.41	300.88	4.17
26	26.34	62.57	11.10	160.86	382.13	67.77	610.75	449.89	5.64
27	38.60	51.44	9.96	200.47	267.15	51.71	519.33	318.86	5.17
28	33.57	54.14	12.29	165.15	266.36	60.45	491.97	326.81	4.41
29	35.05	53.07	11.88	160.36	242.79	54.35	457.50	297.14	4.47
30	35.64	52.68	11.68	179.69	265.58	58.87	504.15	324.45	4.51
31	38.41	51.75	9.84	209.67	282.52	53.71	545.90	336.24	5.26
32	35.91	53.48	10.61	175.96	262.05	52.00	490.01	314.05	5.04
平均	33.68	55.01	11.31	185.52	295.47	61.83	542.83	481.06	4.84

G₁ 组复合体含量最高, 其次为 G₀ 组复合体, G₂ 组复合体含量最低。黑土有机无机复合体的总量 (G₀+G₁+G₂) 变幅是 457.50~638.88 g/kg, 平均值为 542.83 g/kg, 达到土重的一半以上。

高子勤等^[3]对黑龙江九三、赵光地区黑土有机无机复合体研究结果表明, 3 组复合体中 G₀ 组、G₁ 组、G₂ 组含量分别为 71.8、267.02、100.98 g/kg, 各组复合体含量

根据丘林的胶散分组法, 可将土壤有机无机复合体依次分为水分散组 (G₀)、钠分散组 (G₁) 及钠质研磨分散组 (G₂)。表 1 列出了东北黑土区黑土中的复合体总量和各组分的含量及其比值。从表 1 可知, 有机无机复合体各组含量有很大差异。由单位重量土壤各组复合体的含量来看, 土壤中 G₀ 组、G₁ 组、G₂ 组含量变幅分别为 160.36~221.86、232.79~396.45、51.14~96.63 g/kg, 平均值分别为 185.52、295.47、61.83 g/kg。

的大小顺序为 G₁>G₂>G₀, 复合体总量为 439.80 g/kg; 瘦地与肥地相比, G₀ 和 G₁ 增加, G₂ 减少。G₀ 组增加表明土壤结构稳定性差, 遇水易分散、易板结, 通透性能差, 保水供水、保肥供肥能力差。G₂ 组复合体是土壤肥力的活性核心, 是标志土壤熟化度的指标^[3]。该试验结果与之相比, G₀ 和 G₁ 有所增加, G₂ 有所减少。表明东北黑土区土壤肥力退化明显。

2.2 土壤中各组有机无机复合体的分布特征

从表 1 总体上来看,东北黑土 3 组有机无机复合体百分组成中 G_1 组高于 G_0 组, G_0 组高于 G_2 组, G_1 组在数量上占绝对优势,平均值达到 55.01%, 其它 2 组分别为 33.68%和 11.31%, 各组复合体含量分布也有一定的规律, 将 11 个取样地点土壤的各组有机无机复合体含量平均值与对应纬度进行了相关分析(图 2~5), 分析表明 G_0 组的变化与纬度间没有显著的相关关系; G_1 组、 G_2 组复合体含量则自北向南有渐减趋势, 与纬度分别呈显著正相关, 相关系数分别为 $r=0.719$ 、 $r=0.693$; G_1+G_2 和 $G_0+G_1+G_2$ 自北向南也呈渐减趋势, 与纬度分别呈极显著正相关, 相关系数分别为 $r=0.815$ 、 $r=0.835$ ($n=11$, $r_{0.05}=0.602$, $r_{0.01}=0.735$)。各组复合体的百分组成自北向南也有一定规律性, G_0 组复合体呈渐增趋势, 而 G_1 组和 G_2 组复合体则呈渐减趋势。

徐建民和袁可能^[4]曾对我国自北向南的 13 个地带性土壤的有机无机复合体组成做了系统研究, 结果表明 地带性土壤中有机无机复合体含量也呈现有规律的地带性分布。该研究表明, 在同一土壤类型中, 土壤各组复合体含量随纬度变化也呈现有规律的变化。这可能是由于随着纬度变化降雨量及积温也随着变化而致。

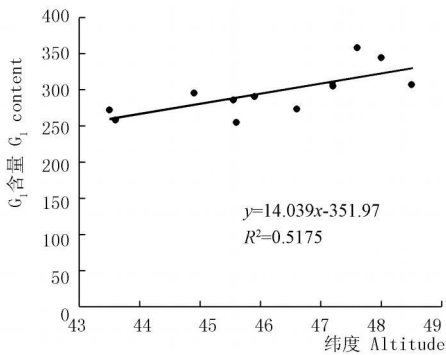


图2 东北黑土耕层土壤 G_1 含量与纬度的关系
Fig. 2 Relationship between G_1 content of cultivated horizon in northeast phaeozem and altitude

上述土壤中复合体总量、各组复合体的组成及含量变化规律, 是与土壤的成土条件及土壤性质密切相联的。东北黑土区主要分布在黑龙江和吉林省中部, 在气候上属半湿润半干旱气候区, 土壤湿度较为适宜, 微生物活动旺盛, 易于有机质腐解和微团聚体形成, 这样的成土条件决定了黑土有相对高的复合体含量。徐建民等研究表明 G_0 组复合体是游离的矿质颗粒和小于 $10\mu\text{m}$ 微团聚体的混合物^[4], 其含量随土壤水分条件和氧化还原状况而变化^[5-7]。从已有研究来看, 黑土 G_0 组分含量一般都不高, 含量很少超过 10%^[4,7]。该研究中,

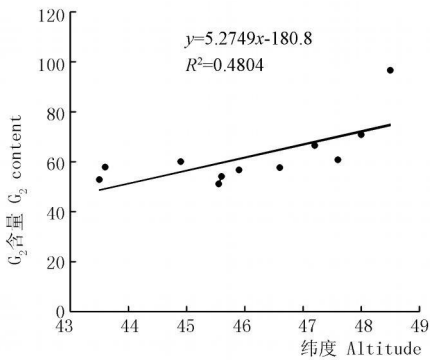


图3 东北黑土耕层土壤 G_2 含量与纬度的关系
Fig. 3 Relationship between G_2 content of cultivated horizon in northeast phaeozem and altitude

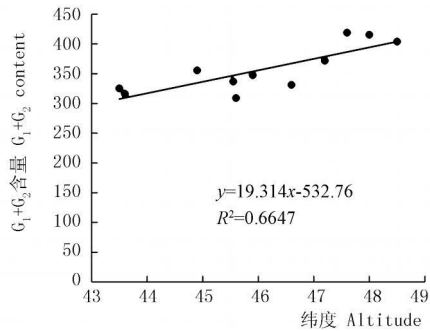


图4 东北黑土耕层土壤 G_1+G_2 含量与纬度的关系
Fig. 4 Relationship between G_1+G_2 content of cultivated horizon in northeast phaeozem and altitude

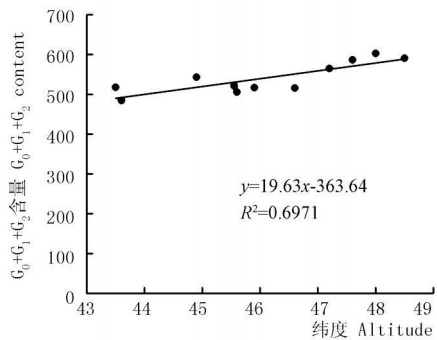


图5 东北黑土耕层土壤 $G_0+G_1+G_2$ 含量与纬度的关系
Fig. 5 Relationship between $G_0+G_1+G_2$ content of cultivated horizon in northeast phaeozem and altitude

G_0 相对含量较高, 平均达到 33.68%。造成这一结果的原因, 一是由于这些年来连年干旱, 降雨量少, 蒸发量大, 再加上春季风大, 风蚀严重, 土壤质地变轻, 土壤通透性好, 有机质分解较快; 二是土壤耕种年限较久, 且有机肥施用量较少或多年未施, 这两点原因导致有机质含量下降, G_1 组或 G_2 组复合体分解为 G_0 组复合体。已

有研究表明,荒地黑土随着开垦年限的增长, G_0 组复合体有所增加^[8]。

高子勤等对黑龙江省黑土和白浆土的研究表明,无论荒地或不同开垦年限的耕地 G_1 组含量都高于 G_2 组, G_1/G_2 大于 1,且随开垦年限的增加 G_1/G_2 有增大的趋势。徐建民等对黑龙江黑土的研究也得到了类似的结果。该研究也得到了相似结果。

为了进一步明确黑土各组复合体的分布特征,引用前人所做的有机无机复合体研究成果作比较,采用赵兰坡等提出的三角坐标法,分别将各组复合体相对含量为坐标轴,绘制成了三角坐标图(图 6、7),图 7 为图 6 中黑土区的放大图。由图 6 可看出,不同类型土壤复合体都集中分布在不同区域中,黑土在 I 区, G_0 组、 G_1 组、 G_2 组平均含量分别为 33.68%、55.01%、11.31%, G_1 组占绝对优势;黑钙土在 II 区, G_0 组、 G_1 组、 G_2 组平均含量分别为 48.11%、41.59%、10.26%, G_0 组占优势;白浆土在 III 区, G_0 组、 G_1 组、 G_2 组平均含量分别为 55.86%、24.20%、18.93%, G_0 组占绝对优势;红壤在 IV 区, G_0 组、 G_1 组、 G_2 组平均含量分别为 9.90%、42.34%、47.76%, G_2 组占优势;砖红壤在 V 区, G_0 组、 G_1 组、 G_2 组平均含量分别为 5.05%、28.83%、66.12%, G_2 占绝对优势。此结果表明,三角坐标中不同土壤的分布区域,同一类型不同肥力土壤的分布区域是特征性的。

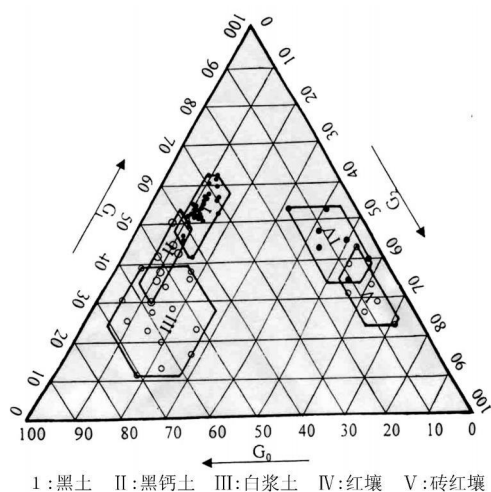


图 6 不同土壤类型有机无机复合体组成三角坐标图

Fig. 6 Trigonometric coordinates chart of composition of organo-mineral complex on different soil types

3 结论

东北黑土有机无机复合体组成中, G_1 组复合体是主要部分, 平均为 55.01%, 其次为 G_0 组复合体, 平均为 33.68%, G_2 组含量最低, 平均为 11.31%。单位重量土壤中复合体含量, G_1 组复合体含量平均为 295.47 g/kg,

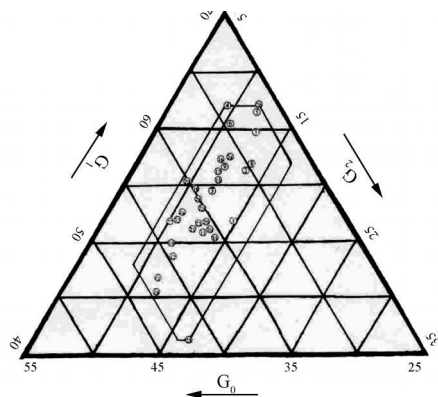


图 7 东北黑土有机无机复合体组成三角坐标图

Fig. 7 Trigonometric coordinates chart of composition of organo-mineral complex on northeast phaeozem

G_0 组复合体含量平均为 185.52 g/kg, G_2 组复合体含量平均为 61.83 g/kg, 复合体总量占土壤重量的一半以上, 达到 542.82 g/kg。

东北黑土耕层土壤中各组复合体含量随纬度变化呈现有规律的变化。 G_1 组、 G_2 组复合体含量自北向南有渐减趋势, 与纬度分别呈显著正相关; G_1+G_2 和 $G_0+G_1+G_2$ 自北向南也呈渐减趋势, 与纬度分别呈极显著正相关。

用三角坐标法表征和比较土壤有机无机复合体组成是行之有效的, 由于三角坐标法同时考虑了三组复合体的相对含量, 因此较用 2 个复合体含量间的比值更能反映实际情况。三角坐标中不同类型土壤的分布区域, 同一类型不同肥力土壤的分布区域是特征性的, 因此认为有机无机复合体的组成特征可以作为土壤发生分类的参考依据, 也可作为评价土壤肥力退化的依据。

参考文献

- [1] 陈家坊, 杨国治. 江苏南部几种水稻土的有机-矿质复合体性质的初步研究[J]. 土壤学报, 1962, 10(2): 183-192.
- [2] 严昶升. 土壤肥力研究方法[M]. 北京: 农业出版社, 1998: 42-97.
- [3] 高子勤, 王美玲. 黑土及白浆土有机无机复合体的初步研究 I. 有机无机复合体的组成及其化学性质[M]. 中国科学院林业土壤研究所集刊, 1978(第 4 集): 73-82.
- [4] 徐建民, 袁可能. 土壤有机矿质复合体研究 V. 胶散复合体组成和生成条件的剖析[J]. 土壤学报, 1993, 30(1): 43-51.
- [5] 陈恩凤, 周礼恺, 邱凤琼, 等. 土壤肥力实质的研究 II 棕壤[J]. 土壤学报, 1985, 22(2): 113-120.
- [6] 杨彭年. 石灰性土壤有机矿质复合体及其团聚体的研究[J]. 土壤学报, 1984, 21(2): 144-153.
- [7] 高子勤. 东北几种耕种土壤中有机无机复合体的研究[J]. 土壤学报, 1987, 21(4): 8-13.
- [8] 陈恩凤, 周礼恺, 邱凤琼, 等. 土壤肥力实质的研究 I. 黑土[J]. 土壤学报, 1984, 21(3): 229-236.

水培条件对红香椿生长发育及品质的影响

刘 静, 李湘利, 张宪宝, 张晓彬, 赵润芝, 曹乃学

(济宁学院 生命科学与工程系 山东 曲阜 273155)

摘 要:以红香椿为试材,研究了不同营养液、液态肥、pH 对水培红香椿生长发育及品质的影响。结果表明:定植的红香椿幼苗以 pH 5.5~6.0 的 1/2 剂量改良 Hogland 营养液培养 20 d 后,生长发育较好,VC、叶绿素、可溶性糖及可溶性蛋白质的含量最高。

关键词:水培;红香椿;营养液;生长发育;品质

中图分类号:S 644.4 文献标识码:A 文章编号:1001-0009(2010)12-0021-03

香椿(*Toona sinensis* (A. Juss.) Roem), 原产中国, 是一种营养丰富、味道鲜美的木本蔬菜。其栽培多以矮化密植及保护地栽培为主^[1]。水培具有营养和水分供应充足均衡、管理方便、植株生长快、品质好等诸多优点, 在国外已广泛应用于生产^[2-4]。我国水培技术的研究和应用起步较晚, 先后对粮食^[5]、蔬菜^[6]、花卉^[7]、林木^[8]的生产进行了报道, 而关于香椿的水培技术研究却极少^[9-11]。为此, 开展香椿水培技术研究势在必行。该试验以红香椿种子为试材, 研究了不同水培条件对红香椿生长发育及品质的影响, 旨在探索一种简便实用的香椿

无土栽培模式, 为香椿的种植、繁育开辟一条崭新途径。

1 材料与方法

1.1 试验材料

红香椿种子: 市售, 品种为红香椿 1 号。各种化学试剂: 分析纯。化肥: 市售。

1.2 试验方法

采用简易盆栽, 每天 14 h 光照, 光强 $45.67 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$; 温度白天为 $22 \sim 28^\circ\text{C}$, 夜间为 $17 \sim 21^\circ\text{C}$; 相对湿度为 $60\% \sim 90\%$, 持续供氧。每盆 7 株苗, 营养盆容积为 1 000 mL。所有对比试验均按随机区组排列, 设 3 次重复, 数据用 SPSS 12.0 for Windows 统计分析。

1.2.1 红香椿最适水培营养液的确定 共设 5 个处理分别为自来水 CK、绿叶菜通用配方、1/2 剂量改良 Hogland 营养液、改良 Hogland 营养液、日本园试配方营养液。采用 1.0 mol/L 的 H_2SO_4 和 1.0 mol/L 的 NaOH 调节营养液的 pH 值在 pH 5.5~5.8。生长期喷施铁肥, 观察叶色, 20 d 后测定地上茎叶鲜重、根系长、VC 含量(碘量法)^[12]、可溶性糖含量(蒽酮比色法)^[13]、可溶性

第一作者简介:刘静(1980-), 女, 河北沧州人, 硕士, 讲师, 现主要从事果蔬生物技术方面的教学与研究工作。E-mail: liujingpretty@yahoo.com.cn.

基金项目:山东省高等学校科技计划资助项目(J09LC69); 济宁学院科研基金资助项目(2009KJLX08)。

收稿日期:2010-03-22

Composition of Organo-mineral Complex in the Northeast Phaeozem

HAO Hui-jun

(Weifang Vocational College Weifang Shandong 261031)

Abstract: On the systemic study of composition of organo-mineral complex in the northeast phaeozem, composition changed regularlation of each group organo-mineral complex with altitude changing and composition characteristic of each group organo-mineral complex by means of trigonometric coordinates were studied. The results showed that in composition of organo-mineral complex in the northeast phaeozem, G_1 occupied 55.01% on average, was major part, and then G_0 , G_2 , was 33.68% and 11.31%, respectively. Analysis showed that content of G_1 and G_2 was inclined to decrease from north to south and positively related to altitude; content of $G_1 + G_2$ and $G_0 + G_1 + G_2$ was also inclined to decrease from north to south and was positively related to altitude. The different type soil distributed region and the identical type different fertility soil distributed region was characteristic in trigonometric coordinates.

Key words: northeast phaeozem; organo-mineral complex; means of trigonometric coordinates