华南农业大学学报 16(4) 1995: 64～68
J. South China Agr. Univ.

不同肥力红壤有机无机复合体的氮素特征与供应性能

卢 瑛[1] 甘海华[1] 徐盛荣[2]

(1 华南农业大学国土资源与环境科学系,广州,510642; 2 南京农业大学)

摘要 选取第四纪红色粘土母质发育的不同肥力红壤样品,利用超声波分散技术分离出不同粒级有机无机复合体,进行氮素分布、铵吸附和解吸特性的研究。结果表明:全氮、重组氮和碱解氮主要分布在<5 μm各粒级复合体中,它们的富集率在<2 μm和2～5 μm粒级复合体中大于1;而在5～10 μm和10～50 μm复合体中小于1。全氮、重组氮和碱解氮的富集率随复合体粒级增大而减少。高肥力红壤各粒级有机无机复合体的铵吸附量、铵解吸量和铵解吸率均大于低肥力红壤。随着复合体粒级增大,铵吸附量和铵解吸量减小,铵解吸率增大。

关键词 红壤;有机无机复合体;氮素分布;铵吸附与解吸;超声波分散

中图分类号 S158.3

土壤中的有机胶体和无机胶体很少单独存在,它们常常是相互作用形成性质不同的有机无机复合体。有机无机复合体是土壤肥力的物质基础,又是土壤肥力的调节器。因此,研究有机无机复合体,对揭示土壤肥力本质,具有十分重要的意义。

目前,有机无机复合体分级有物理法和胶体化学法两类(蒋剑敏等,1983)。物理法不加入任何化学试剂处理土壤,对土壤复合体几乎没有破坏和改变,使分离出的复合体更接近土壤中实际存在的状态。本试验即以红壤为对象,利用超声波分散技术,在水中分离出各粒级有机无机复合体,研究不同肥力状况的氮素分布及铵吸附与解吸特征,试图弄清不同肥力红壤产生氮素供应差异的原因,为土壤培肥和合理施肥提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试土壤

土样采自江西省临川县南京农业大学红壤试验区,母质系第四纪红色粘土,不同肥力状况的三组代表性旱地耕层(0～20 cm)。土壤基本性质见表1。

1.2 红壤有机无机复合体的制备(Turchenek et al,1979;傅积平,1985)

将通过2 mm筛孔的风干土样按土水比1:5在21.5 kHz 300 mA超声发生器(CSF－1A型)下超声分散30 min,然后用湿筛法分离出砂粒(>50 μm),再用静水沉降和离心分离法分离出50～10 μm,10～5 μm,5～2 μm和<2 μm复合体,在40 ℃下干燥、称重、磨细。

1.3 分析方法

1994－12－08收稿

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1　供试土壤基本性质

肥　力	有机质	全氮	重组氮	碱解氮	速效磷	速效钾	CEC	pH	
状　况		/g·kg^{-1}		/mgN·kg^{-1}	/μg·g^{-1}	11	/cmol·kg^{-1}	H_2O	KCl
低肥 I	16.81	0.95	0.90	71.23	8.73	65.10	9.79	4.22	3.89
高肥 I	28.67	1.56	1.37	118.71	16.93	132.30	11.05	5.44	4.59
低肥 II	16.14	0.85	0.84	65.34	7.95	199.40	7.40	5.55	4.35
高肥 II	18.98	1.08	1.01	86.10	10.24	227.20	11.47	5.95	4.92
低肥III	15.53	0.92	0.87	69.19	8.42	153.50	8.64	5.07	4.06
高肥III	34.45	1.89	1.73	148.08	20.03	329.30	15.32	5.22	4.09

铵吸附与解吸：称 2.00 g 通过 1 mm 筛孔的土样或复合体样，放入 100 mL 离心管中，加 40 mL 0.01 mol·L^{-1} NH_4Cl，振荡 30 min，静置过夜，离心，取上清液 5 mL 蒸馏定氮，另取 5 mL 0.01 mol·L^{-1} NH_4Cl 原液蒸馏定氮，据两者浓度之差计算铵吸附量。然后用 95% 酒精洗涤离心管中的样品（约 3 ～4 次），至洗出液中无 NH_4^+ 反应（奈氏试剂检查），加 2 mol·L^{-1}KCl 溶液（液土比 20:1）搅匀后离心，测定上清液中铵量，减去原土样或复合体中的交换性铵量，所得结果为铵解吸量。解吸铵占吸附铵量的百分率为铵解吸率。

重组氮：用比重为 2.0 杜列液，分离出土样或复合体样的重组部分（比重大于 2.0）（傅积平等，1978），用开氏法测定重组中的氮，即重组氮。

其余项目用常规法（中国土壤学会农业化学专业委员会，1989）。

2　结果与讨论

2.1　氮在有机无机复合体中的分布状况

表 2 分析结果表明，全氮、重组氮、碱解氮含量随有机无机复合体粒级的增大而减少。在 <2 μm，2 ～5 μm，5 ～10 μm 和 10 ～50 μm 粒级复合体中，全氮含量分别为 1.93 ～3.07 g·kg^{-1}，1.14 ～2.80 g·kg^{-1}，0.63～1.55 g·kg^{-1} 和 0.16～0.80 g·kg^{-1}；重组氮分别为：1.83 ～2.76 g·kg^{-1}，1.05 ～2.43 g·kg^{-1}，0.51 ～1.35 g·kg^{-1} 和 0.11 ～0.48 g·kg^{-1}；碱解氮分别为 179.8 ～285.5 mgN·kg^{-1}，162.1 ～247.3 mgN·kg^{-1}，64.7 ～114.3 mgN·kg^{-1} 和 24.9 ～54.1 mgN·kg^{-1}。复合体中的全氮占土壤全氮百分比随复合体粒级增大而减小。在 <5 μm 粒级复合体中的氮，占土壤全氮百分比高达 65% 以上，此说明 <5 μm 粒级复合体对土壤氮素储存起重要作用。在同一粒级复合体中，各种形态的氮分布是高肥红壤大于低肥红壤，并随粒级增大，差异不断变小。

氮素在各粒级复合体中的分布状况，由富集率可更清楚地说明（表 3）。在 <2 μm 和 2 ～5 μm 粒级中，全氮、重组氮和碱解氮的富集率大于 1，在 5 ～ 10 μm 和 10 ～50 μm 粒级中则小于 1。复合体粒级增大，氮素富集率减小，更进一步反映出 <5 μm 粒级的复合体对土壤氮素储存的作用。

2.2　红壤有机无机复合体铵吸附与解吸特征

土壤有机无机复合体，对加入的氮素的保持和解吸能力，在一定程度上反映了它们在自动调节和持续供给作物氮素营养方面作用的大小。表 4 显示了不同肥力红壤及其有机无机

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表2 氮素在复合体中的分布

肥力状况	有机无机复合体					复合体全氮占土壤全氮
	粒级 /μm	组成 /%	重组氮 /g·kg^{-1}	碱解氮 /mgN·kg^{-1}	全氮 /g·kg^{-1}	/%
低肥Ⅰ	<2	25.4	1.97	192.6	2.10	56.1
	2~5	9.3	1.38	168.4	1.48	14.5
	5~10	13.2	0.72	67.6	0.92	12.8
	10~50	33.5	0.24	32.6	0.35	12.3
高肥Ⅰ	<2	26.8	2.27	235.8	2.54	43.6
	2~5	11.5	1.91	215.2	2.16	15.9
	5~10	13.0	1.01	101.1	1.32	11.0
	10~50	26.2	0.48	54.1	0.80	13.4
低肥Ⅱ	<2	26.3	1.93	190.2	2.07	64.0
	2~5	8.0	1.05	162.1	1.14	10.7
	5~10	12.1	0.57	64.7	0.63	9.0
	10~50	32.8	0.23	24.9	0.26	10.0
高肥Ⅱ	<2	29.4	2.36	240.1	2.42	65.9
	2~5	10.9	1.65	186.4	1.72	17.4
	5~10	11.4	0.73	82.4	0.78	8.2
	10~50	31.4	0.23	25.5	0.28	8.1
低肥Ⅲ	<2	25.1	1.81	179.8	1.93	52.7
	2~5	9.9	1.71	170.1	1.86	20.0
	5~10	9.3	0.51	68.5	0.65	6.6
	10~50	29.0	0.11	28.1	0.16	5.0
高肥Ⅲ	<2	28.5	2.76	285.5	3.07	46.3
	2~5	13.6	2.43	247.3	2.80	20.1
	5~10	11.8	1.35	114.3	1.55	9.7
	10~50	23.6	0.37	42.7	0.55	6.9

复合体对铵吸附与解吸的特征。在高肥红壤中，铵吸附量平均为 375.2 mgN·kg^{-1}，铵解吸量平均为 313.4 mgN·kg^{-1}；在低肥红壤中，铵吸附量与铵解吸量平均分别为 313.2 mgN·kg^{-1} 和 239.8 mgN·kg^{-1}；前者分别比后者高出 19.8% 和 31.1%。高肥红壤铵解吸率也大于低肥红壤(图 1)。随复合体粒级增大，铵吸附量与铵解吸量减小，铵解吸率增大。在 <2 μm 和

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表3　氮素向各级复合体富集率(1)　%

肥力状况	复合体粒级/μm											
	<2			2～5			5～10			10～50		
	全氮	重组氮	碱解氮	全氮	重组氮	碱解氮	全氮	重组氮	碱解氮	全氮	重组氮	碱解氮
低肥Ⅰ	221	219	270	156	153	236	97	80	95	37	27	46
高肥Ⅰ	163	166	199	138	139	181	85	74	85	51	35	46
低肥Ⅱ	244	230	291	134	125	248	74	68	99	31	27	38
高肥Ⅱ	224	234	279	159	163	216	72	72	96	26	23	30
低肥Ⅲ	210	208	260	202	197	246	71	59	99	17	13	41
高肥Ⅲ	162	160	193	148	140	167	82	78	77	29	21	29

(1) 复合体中氮含量占土壤中全氮含量的百分比率。

表4　红壤复合体铵的吸附与解吸特征　$mgN \cdot kg^{-1}$

肥力状况	原土样			有机无机复合体粒级/μm											
				<2			2～5			5～10			10～50		
	吸附量	解吸量	非解吸量	吸附量	解吸量	非解吸量	吸附量	解吸量	非解吸量	吸附量	解吸量	非解吸量	吸附量	解吸量	非解吸量
低肥Ⅰ	317.5	239.1	78.4	702.5	459.6	242.9	501.6	366.8	134.8	203.5	159.3	44.2	114.3	91.7	22.6
高肥Ⅰ	384.6	315.8	68.8	805.2	578.9	226.3	524.3	424.3	100.0	267.4	231.1	36.3	152.8	134.7	18.1
低肥Ⅱ	322.4	252.5	70.9	632.5	425.5	207.0	412.9	315.2	97.7	257.8	207.6	50.2	156.2	129.9	26.3
高肥Ⅱ	342.8	276.5	66.3	694.9	489.7	205.2	455.2	363.7	91.5	283.2	238.8	44.4	187.4	162.9	24.5
低肥Ⅲ	299.7	227.8	71.9	621.4	413.5	207.9	402.7	305.9	96.8	210.5	166.8	43.7	109.5	89.1	20.4
高肥Ⅲ	398.3	350.5	47.8	812.4	641.9	170.5	569.2	495.3	73.9	302.6	269 7	32.9	201.5	180.9	20.6

2～5 μm粒级中，铵吸附量和铵解吸量高于原土样，铵解吸率低于原土样；在5～10 μm和10～50 μm粒级中铵吸附量和铵解吸量低于原土样，铵解吸率高于原土样。高肥红壤各粒级有机无机复合体铵吸附量、铵解吸量和铵解吸率均大于低肥红壤。这表明高肥红壤的氮素供应之所以优于低肥红壤，不仅是因其氮素储量大，而且能更好地调节氮素供应强度，满足作物各生育期的需要。<5 μm粒级有机无机复合体对铵的吸附与铵的解吸起重要作用。尽管<5 μm粒级复合体的铵解吸率低于>5 μm粒级复合体，但因其吸附量大，即使在低铵解吸率的情况下，仍能解吸相当数量的铵。而>5 μm粒级复合体铵吸附量本来就很低，虽在高铵解吸率状况下，也只能解吸数量不多的铵。因此，<5 μm各粒级复合体对土壤铵的供应起关键作用。为此，如何提高<5 μm粒级复合体数量和铵吸附量、铵解吸量及铵解吸率，则是土壤培肥过程中应予十分注视的问题。它也可作为衡量土壤培肥措施优劣的指标之一。

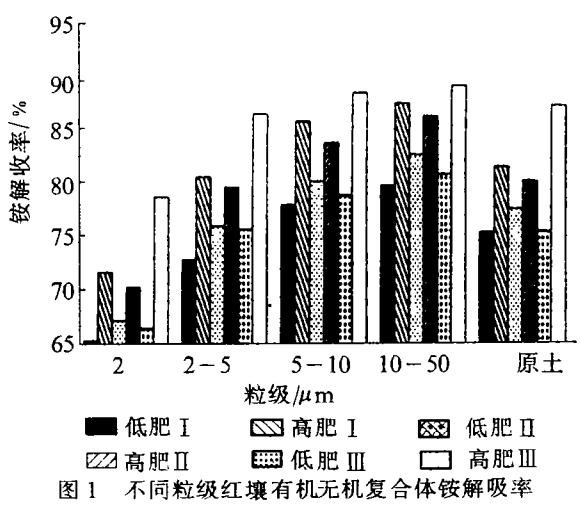

图1　不同粒级红壤有机无机复合体铵解吸率

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

参考文献

中国土壤学会农业化学专业委员会.1989.土壤农业化学常规分析方法.北京:科学出版社.67～118.166～184

傅积平,张绍德,褚金海.1978.土壤有机无机复合度测定法.土壤肥料.(4):40～42

傅积平.1985.土壤有机无机复合体分组.见:熊 毅等编著.土壤胶体:第二册.北京:科学出版社.40～67

蒋剑敏,熊 毅.1983.土壤有机无机复合体.见:熊 毅等编著.土壤胶体:第一册.北京:科学出版社.334～341

Turchenek L W, Oades J M. 1979. Fractionation of organo-mineral complexes by sedimentation and density techniques. Geoderma, 21(8):311～343

NITROGEN CHARACTERISTIC AND SUPPLYING PROPERTY OF ORGANO-MINERAL COMPLEXES OF DIFFERENT FERTILITY RED SOILS

Lu Ying[1] Gan Haihua[1] Xu Shengrong[2]

(1 Dept. of Land Res. & Envir. Sci., South China Agr. Univ., Guangzhou, 510642; 2 Nanjing Agr. Univ.)

Abstract

Organo-mineral complexes in various size fractions from different fertility red soils derived from Quaternary red clay were separated by ultrasonic dispersion in water. The N distribution, ammonium adsorption and desorption characteristic of organo-mineral complexes were studied and reported in this paper. The results obtained are summarized as follows: Total N, heavy fraction N, and alkali-hydrolyzabale N of red aoils were mainly distributed in $<5\mu$m complexes, their accumulating rates being above 1 in $<2\mu$m and $2\sim5\mu$m complexes while below 1 in $5\sim10\mu$m and $10\sim50\mu$m complexes. With the increase of particle size of complexes, the accumulating rates of total N, heavy fraction N and alkali-hydrolyzable N decreased. The ammonium adsorption capacity, desorption capacity and desorption rate in various fractions of complexes of high fertility red soils were higher than those of low fertility ones. With increasing particle size of complexes, ammonium adsorption and desorption capacity became smaller, but ammonium desorption rate larger.

Key words red soil; organo-mineral complex; N distribution; ammonium adsorption and desorption; ultrasonic dispersion.

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net