

苏南水稻土的比表面及其主要影响因素的研究*

马毅杰

(中国科学院南京土壤研究所)

比表面是土壤的一项重要特征。它与土壤物理、化学性质密切相关,并且直接影响土壤保持和供应作物所必需的养分和水分的能力、土壤结构状况等。但是,这一重要的土壤肥力特性,在我国研究较少。其主要原因是比表面测定方法不及测定阳离子交换量那样简便易行。近年来,由于简易的乙二醇乙醚吸附法出现,以及随着氮气吸附法的日趋完善,生产出商品化的测定仪器,研究土壤比表面的资料较多,甚至作为土壤发生分类和粘土矿物定量组成的一个重要指标。

本文拟就苏南地区水稻土比表面及其主要影响因素作一初步探讨,供研究该地区土壤肥力和发生分类参考。

一、供试土壤和方法

供试土壤采自苏南地区,发育于黄土性物质或湖积物上的水稻土耕层和两个剖面,如无锡和常熟县的白土、黄泥土、竖头乌山土和丹阳县的栗子土等。供试土壤主要特性参见陈家坊等人资料^[1-3]。无锡县八士乡的白土主要特性详见邓时琴等人资料^[4]。

比表面测定采用乙二醇乙醚吸附法^[5]。游离氧化铁用连二亚硫酸钠-柠檬酸钠提取;无定形氧化铁用pH3.2的0.2M草酸铵缓冲液遮光提取,提取液中的铁用邻菲罗啉比色法测定。阳离子交换量用醋酸铵法测定。

二、结果和讨论

(一)土壤比表面与颗粒组成及阳离子交换量的关系

本项研究所选用13个水稻土矿物组成基本相近,主要由水云母和蒙脱石组成,伴有绿泥石和蛭石^①。从测定的结果(表1)看出:13个水稻土比表面为116—308米²/克,其中湖积物发育的栗子土(练₃和练₇)因其粘粒含量较高,土壤比表面值相对最高;土壤比表面与其粘粒含量呈显著的正相关($r=0.973^{**}$, $n=12$)。两个土壤剖面锡₂和锡₃(表2)各土层的比表面值差异较大,其中白土层相对最低。两个剖面各土层的比表面与其粘粒含量呈正相关($r=0.778^*$, 0.864^* , $n=6$)。同其阳离子交换量呈极显著正相关($r=0.925^{**}$, 0.942^{**} , $n=6$)。

Baver^[6]早已指出,土壤比表面与土壤颗粒组成密切相关。但是土壤颗粒大小与其比表面的关系并不那么简单,它与颗粒表面组成和性质也有密切关系。白土和黄泥土不同粒径颗

*武玫玲和邓时琴同志提供样品和有关分析结果,谨致谢意。

① 许冀泉等,太湖地区水稻土的粘土矿物。水稻土讨论会论文集,1980。

粒的比表面并不随颗粒粒径变小而有规律增大,其中1—0.25毫米和0.25—0.05毫米两粒级颗粒的比表面均高于0.05—0.01毫米、0.01—0.005毫米和0.005—0.002毫米粒级颗粒的比表面(表3)。其主要原因在于前者 Fe_2O_3 和 Al_2O_3 含量明显高于后者(表3)。看来,不同粒径颗粒的比表面不仅取决于粒径大小,还与颗粒表面化学组成密切相关。

表 1 苏南地区水稻土的比表面和粘粒含量

土号	土壤	采集地点	比表面 (米 ² /克)	<0.001毫 米粘粒(%)	土号	土壤	采集地点	比表面 (米 ² /克)	<0.001毫 米粘粒(%)
无 ₂	黄泥土	无锡柏庄	151	21.7	常 ₁	黄泥土	常熟兴隆	159	19.8
无 ₇	黄泥土	无锡东亭	157	22.3	常 ₃	黄泥土	常熟大义	140	20.7
无 ₉	黄泥土	无锡东亭	164	—	常 ₇	整头乌山土	常熟辛庄	146	22.5
无 ₁₂	黄泥土	无锡大坝	137	17.6	常 ₈	整头乌山土	常熟辛庄	160	26.9
74004	黄泥土	无锡春益	185	30.2	练 ₃	栗子土	丹阳练湖农场	308	55.7
锡 ₂	黄泥土	无锡东亭	174	26.3	练 ₇	栗子土	丹阳练湖农场	263	41.8
锡 ₃	黄泥土	无锡东亭	116	20.5					

表 2 黄泥土剖面的比表面和阳离子交换量

样品号	层次(厘米)	比表面(米 ² /克)	阳离子交换量 (毫克当量/100克)	粘粒 (<0.001毫米,%)
锡 ₂	0—12	174	20.35	26.28
	12—20	176	20.32	26.30
	20—33	169	19.66	26.44
	33—47	150	16.22	28.16
	47—62	231	23.96	34.73
	85—100	184	19.85	25.61
	与比表面关系(r)		0.942**	0.778*
锡 ₃	0—12	116	18.95	20.54
	12—27	127	19.25	19.23
	27—37(白土层)	89	18.85	18.30
	37—42	145	19.78	28.15
	42—70	214	26.77	32.38
	70—90	153	23.26	20.92
	与比表面关系(r)		0.925**	0.864*

(二)土壤比表面与氧化铁的关系

测定的结果(表4)表明,土壤比表面与游离氧化铁含量呈显著正相关($r=0.972^{**}$, $n=6$)。用草酸铵溶液提取的无定形铁是游离氧化铁中活性较强的部分,它与土壤比表面同样呈显著正相关($r=0.978^{**}$, $n=6$)。看来,虽然土壤中氧化铁含量不高,但对土壤比表面影响甚为明显。Schwertmann等[7]和Bascomob等[8]认为,酸性草酸铵缓冲液提取的无定形氧化铁与其比表面呈显著正相关,是酸性草酸铵缓冲液作为无定形氧化铁提取剂具有较好的专性的主要原因。土壤去除游离氧化铁后比表面均明显降低(表4),这进一步表明氧化铁对土壤比表面的贡献。

(三)土壤比表面与有机质的关系

土壤有机质与比表面的关系,一些文献资料不大一致,有的相关性较好,有的无相关性。

表 3

黄泥土和白土各级颗粒的化学组成和比表面

土 壤	颗粒粒径(毫米)	颗粒含量 (%)	阳离子交换量 (毫克当量/100克)	全 量 组 成 (%)				烧 失 量 (%)	比表面 (米 ² /克)
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂		
黄 泥 土	全 土		21.22	71.15	15.55	6.04	0.88	7.01	185
	粗砂粒(1-0.25)	0.5	4.47	56.99	18.37	17.09	0.71	12.63	52
	细砂粒(0.25-0.05)	4.1	2.84	78.56	8.84	6.10	0.39	6.50	36
	粗粉粒(0.05-0.01)	30.8	1.05	86.67	6.52	1.14	0.65	0.43	7
	中粉粒(0.01-0.005)	16.5	1.47	84.16	7.99	1.46	0.83	0.83	6
	细粉粒(0.005-0.002)	11.1	4.30	77.59	11.38	3.80	1.28	2.01	20
	粗粘粒(0.002-0.001)	4.8	10.67	67.44	16.92	7.06	1.10	4.45	52
	细粘粒(<0.001)	32.2	44.59	52.62	29.21	10.76	1.07	9.63	455
白 土	全 土		14.00	78.50	11.39	4.01	0.82	2.84	122
	粗砂粒(1-0.25)	0.6	10.19	36.62	7.31	39.78	0.43	8.32	96
	细砂粒(0.25-0.05)	2.7	7.47	67.25	5.95	21.24	0.47	4.20	69
	粗粉粒(0.05-0.01)	49.0	0.56	88.82	5.51	0.75	0.61	0.27	4
	中粉粒(0.01-0.005)	15.4	1.48	86.09	6.98	1.08	1.14	0.62	4
	细粉粒(0.005-0.002)	6.8	3.43	82.79	9.27	1.72	0.98	1.37	15
	粗粘粒(0.002-0.001)	2.5	8.77	73.86	14.86	3.32	1.61	2.97	30
	细粘粒(<0.001)	23.0	54.82	53.54	28.09	11.66	1.08	9.66	500

注：黄泥土有机质含量为3.09%，白土为0.49%。

表 4 水稻土氧化铁含量及去铁前后比表面的变化

土 号	无定形铁 (Fe ₂ O ₃ %)	游离氧化铁 (Fe ₂ O ₃ %)	比表面(米 ² /克)			游离氧化铁(Fe ₂ O ₃ %)	
			去铁前(A)	去铁后(B)	减少量(A-B)	剩 余 量	减 少 量
无 ₂	0.72	1.62	151	148	3	0.42	1.20
无 ₇	0.92	1.83	157	138	19	0.27	1.56
无 ₉	0.82	1.86	164	141	23	0.24	1.62
无 ₁₂	0.75	1.53	137	126	11	0.36	1.17
练 ₃	1.71	2.99	308	280	28	0.41	2.58
74007	0.84	2.25	185	168	17	0.32	1.93

表 5 去有机质前后土壤比表面的变化

土 号	比表面(米 ² /克)			阳离子交换量(毫克当量/100克)			有 机 质 (%)	
	去有机质前 (A)	去有机质后 (B)	A-B	去有机质前 (A)	去有机质后 (B)	A-B	剩 余 量	减 少 量
无 ₂	151	150	1	17.85	17.44	0.41	2.19	0.28
无 ₇	157	154	3	19.42	17.76	2.66	1.94	0.74
无 ₉	164	153	11	17.60	16.67	0.93	1.67	0.55
无 ₁₂	137	142	-5	15.22	17.00	-1.78	1.79	0.50
练 ₃	308	285	23	26.89	25.70	1.19	2.40	0.63
74007	185	171	14	20.46	17.52	2.94	2.11	0.64

这可能由于各作者所研究的土壤有机质本性，以及腐殖质与粘粒结合方式等复杂性所致。本文所研究的土壤比表面与其有机质含量呈正相关($r=0.835^*$, $n=6$)。从去除有机质前后土壤比表面变化(表5)来看，除无₁₂样品外，用H₂O₂去除有机质后，土壤比表面值均有不同程度的降低。Burford等人^[9]根据有机质对土壤比表面的影响，将有机质区分为：(1)“游离有机质”(Free Organic Matter)，即相当于未腐殖化的有机质。它具有不可忽视的表面积，这部

分有机质大部分被去除后,土壤比表面降低。(2)结合有机质(Combined Organic Matter),它存在于天然土壤有机无机复合胶体中。由于这部分腐殖质多以胶膜包被于细粒表面,引起其本身和包被的粘粒矿物表面积减低。所以,一旦用 H_2O_2 去除这部分有机质,通常增加比表面。由此他们得出:去除土壤有机无机复合胶体中的有机质,比表面增加;而去除土壤有机质则相反。值得提出的,无 I_2 样品去除有机质后,土壤比表面增加,阳离子交换量也有同样的趋势,这可能与土壤中腐殖质与粘粒矿物结合复杂性有关,有待进一步研究。

三、结 语

1. 苏南地区13个水稻土比表面值为116—308 m^2 /克。土壤比表面与其粘粒含量呈显著正相关。两个土壤剖面(锡₂和锡₃)的比表面与其阳离子交换量呈显著正相关。不同粒径颗粒的比表面不仅取决于颗粒大小,还与颗粒表面化学组成密切相关。

2. 土壤比表面与游离氧化铁和无定形氧化铁含量呈显著正相关。用 H_2O_2 除去土壤有机质后,土壤比表面值均有不同程度降低。

参 考 文 献

- [1] 陈家坊、武攻玲、何群、刘彬,苏州平田地区水稻土发僵问题的探讨。土壤,6期,286—291页,1975。
- [2] 陈家坊、赵诚斋、周飞度,苏州地区水稻土发僵田块耕层的土壤孔隙特性。土壤,3期,81—85页,1978。
- [3] 陈家坊、何群,中性水稻土的胶体含量及其对土壤物理性质的影响。土壤,2期,45—49页,1979。
- [4] 邓时琴、徐梦熊,太湖地区白土型水稻土中白土层土壤及其各级颗粒的理化特性。土壤学报,19:22—23,1982。
- [5] 马毅杰,测定土壤比表面的乙二醇乙醚吸附法。土壤,3期,105—107页,1981。
- [6] Bayer, L.D., Soil physics, John Wiley & Sons, New York, 54—61,1972。
- [7] Schwertmann U. and Fischer, W.R., Geoderma, 10:237—247,1973。
- [8] Bascomob, C.L. and Thanigasalam, K., J. Soil Sci., 29:382—387,1978。
- [9] Burford, J.R., Deshpande, J.L., Greeland, D.J. and Quirk, J.L., J. Soil Sci., 15:192—201, 1964。

《地理科学》征订启事

《地理科学》是地理学综合性学术刊物,主要反映我国地理科学领域的研究成果,促进国内外地理学的学术交流,为国民经济建设和四个现代化服务,《地理科学》主要刊登地理学科包括自然地理及其分支学科(水文、气候、土壤、植被、地貌、环境地学、沼泽等)、人文地理、地图、遥感以及资源开发、国土整治规划及环境保护等方面的论文、综述、研究报道等。读者对象主要是有关科研单位、大专院校师生和水利、气象,农业、环保等生产部门。

本刊为季刊,由科学出版社出版,国内外公开发行。全国各地邮局可订购。国内刊号8—31,国外刊号Q—688,国际期刊编号:ISSN1000—0690。国内每期定价1.60元。有漏订或补订的单位或个人,可径向本刊编辑部订购。汇款请寄吉林省长春市工农大路10号《地理科学》编辑部,或汇至长春市工商银行红旗街分理处,账号:89307。

《地理科学》编辑部