

南方三种典型水稻土长期试验下有机碳积累机制研究^{*}

团聚体物理保护作用

周 萍¹ 宋国菡^{1,2} 潘根兴^{1†} 李恋卿¹ 张旭辉¹ Laosheng Wu³

(1 南京农业大学农业资源与生态环境研究所, 南京 210095)

(2 山东省济南市烟草专卖局, 济南 250100)

(3 Department of Environmental Sciences, University of California Riverside, CA 92521, USA)

摘 要 选取我国南方三种典型水稻土的长期试验田,采集长期不同处理下的未破坏土壤样品,采用低能量超声波分散法分离得到不同粒径的团聚体颗粒组,研究不同处理下这些团聚体颗粒组中的有机碳 (Soil organic carbon, SOC)含量及其分配变化,探讨土壤有机碳积累与团聚体物理保护的关系。结果表明:供试三种水稻土团聚体颗粒组的组成以 200~20 μm 和 20~2 μm 粒径为主,分别占 22%~43% 和 27%~44%,微团聚化作用较强。SOC 含量以 2000~200 μm 和 <2 μm 粒组中最高;而易氧化态碳 (Labile organic carbon, LOC)主要富集于 2000~200 μm 粗团聚体颗粒组中,其占 SOC 的比例 (LOC/SOC)也是以该粒径中明显最高。直径为 2000~200 μm 的粗团聚体颗粒组作为新增有机碳的主要载体,随不同耕作和施肥等长期处理的变化最为强烈,其中又以红壤性水稻土的 SOC 和 LOC 随不同施肥的变化最为强烈,说明其良好管理下的有机碳累积效应最为显著。统计分析表明,全土的有机碳积累量与 2000~200 μm 粗团聚体的有机碳积累量之间的关系可用抛物线拟合 ($R^2 = 0.95, n = 8$)。由此看来,长期试验下新固定的有机碳积累及其粗团聚体保护可能存在某种饱和机理。计算表明,供试水稻土的粗团聚体保护在长期试验期内还未达到其饱和限,本研究结果支持了我国学者对于近 20 年来南方水稻土特别是红壤丘陵区水稻土有机碳固定速率较高的认识。同时,红壤性水稻土的粗团聚体保护作用最强,仍然具有明显的固碳潜力,这也提示土壤中氧化铁对水稻土中有机碳的固定和化学稳定可能有重要贡献,水稻土固碳的团聚体保护作用与团聚体中有机碳的化学结合机制有关。

关键词 土壤固碳;长期试验;团聚体;水稻土;物理保护;有机碳

中图分类号 S152 **文献标识码** A

土壤团聚体颗粒组的有机碳 (Soil organic carbon, SOC)分配是土壤碳的重要生物地球化学行为之一^[1],团聚体中的物质组成及其有机碳结合机制已成为土壤学的基础科学问题^[2~4]。土壤中固定新碳的团聚体归宿和分配是研究有机碳固定机制的重要内容。研究认为有机碳的团聚体物理保护在有机碳积累中有重要的意义^[5],并且 SOC 固定中团聚体的保护机制可用以说明 SOC 的固定效应^[6]。近年来,关于水稻土团聚体颗粒组有机碳分布及其与土壤生境的关系的研究较为活跃^[7~16],这些研究认识到水稻土积累的新碳主要分配于粗团聚体中。

近年来的一些研究报告也提出,南方水稻土有机碳积累明显较快,且矿化稳定性较高^[16~18]。但是,对于这种有机碳积累的机理还未有深入的探讨,特别是与土壤团聚体层面的过程的关系还了解较少。

本研究选取我国南方三种典型水稻土的长期定位试验田,利用低能量探针型超声波仪分散-湿筛-冷冻干燥法,获得最大限度保存其土壤生境的土壤团聚体颗粒组,分析其水稻土中有机碳固定与团聚体的物理保护作用的关系,为充实与水稻土碳循环有关的土壤学理论积累科学资料,并为发展稻田固碳技术提供科学依据。

^{*} 国家自然科学基金重点项目 (40231016)和国际合作重大项目 (40710019002)资助

[†] 通讯作者, E-mail: pangexing@yahoo.com.cn

作者简介:周萍 (1982~),女,江苏滨海人,博士研究生,主要从事土壤有机碳及其组分化学研究

宋国菡 (1963~),女,山东泰安人,博士,主要从事农业土壤有机碳库研究

收稿日期:2007-07-17;收到修改稿日期:2007-10-07

1 材料与方法

1.1 供试土壤

我国 90% 的水稻土分布在淮河以南的南方地区^[16],而四川盆地水稻区、华南水稻区、长江中下游水稻区是主要的水稻土分布地区^[19]。因此,本研究选择紫色土发育的紫色水稻土、红壤丘陵区红壤性水稻土及太湖地区水稻土,这些水稻土种植水稻的历史均超过 100 a。分别选取长期农业管理(施肥或耕作措施)定位试验条件下的土壤进行研究,这些长期试验下土壤有机碳的积累趋势已分别有研究报道^[20~22]。

1.1.1 紫色水稻土 重庆北碚区西南农业大学试验农场的稻田长期耕作定位试验田,土壤为中生代侏罗系沙溪庙灰棕紫色沙泥岩母质上发育的潜育型中性紫色水稻土,属钙质筒育水耕人为土(Cabhaplic Stagnic Anthrosols)^[23],为冲沟田。当地年均降雨量 1 105 mm,其中 70% 集中于 5 月至 9 月。长期耕作定位试验始于 1990 年,试验前一直采用一季中稻+冬水耕作制。试验设计如下:(1)冬水田平作(中稻-冬水田,CT-r),按传统方法每年三犁三耙翻耕植稻,水稻收获后灌冬水;(2)稻油轮作平作(中稻-油菜,CT-rr),平作水稻收获后,排干稻田积水,翻耕种油菜,油菜收获后灌水犁耙种水稻;(3)垄作免耕(中稻-冬水田,RT-r),作垄规格为:一垄一沟 55 cm,垄顶宽 25 cm,沟宽 30 cm,沟深 35 cm,每小区作 5 垄,水稻收获后免耕灌冬水,全年不耕不翻。

1.1.2 红壤性水稻土 江西省进贤县江西省红壤研究所的一个长期肥料定位试验田,土壤为第四纪红色黏土发育的潜育型水稻土,属酸性筒育水耕人为土(Acihaplic Stagnic Anthrosols)^[23]。当地属亚热带季风气候,年均降雨量 1 400 mm。长期定位试验始于 1981 年,本研究选择其中的 4 个施肥处理,

即:无肥区(CK)、化肥区(NPK)、有机肥区(OM)和有机无机肥配施区(NPKM)。每个处理 3 次重复,随机排列。除 CK 外,NPK 和 NPKM 每年化肥施用量均为 N 90 kg hm⁻²、P₂O₅ 45 kg hm⁻²、K₂O 75 kg hm⁻²;NPKM 每年早稻加施 22 500 kg hm⁻²紫云英(鲜重)、晚稻加施 22 500 kg hm⁻²猪粪(鲜重)。OM 每年早稻施 22 500 kg hm⁻²紫云英(鲜重)、晚稻施 22 500 kg hm⁻²猪粪(鲜重)。

1.1.3 太湖地区黄泥土 江苏省吴江市金家坝镇的长期肥料定位试验站,土壤为太湖地区湖积母质发育的典型潜育型水稻土黄泥土,属普通铁聚水耕人为土(Typical Fe-accumulic Stagnic Anthrosols)^[23]。当地属亚热带季风气候,年均降雨量 1 100 mm。该长期定位试验始于 1987 年,本研究选择其中的 4 个施肥处理,即:无肥区(NF)、化肥区(CF)、化肥与猪粪配施区(CFM)和化肥与秸秆配施区(CFS)。每个处理 3 次重复,随机排列。除 NF 外,各小区每年化肥施用量均为 N 427.5 kg hm⁻²、P₂O₅ 45 kg hm⁻²、K₂O 54 kg hm⁻²。CFS 每年加施 4 500 kg hm⁻²秸秆(鲜重),秸秆还田为每季作物各占 50%,作物收获后打碎翻入土壤。CFM 则每年加施 16 800 kg hm⁻²猪粪肥(鲜重),在秋季水稻收割后表施。种植制度为水稻-油菜轮作,水稻收割后免耕栽种油菜。

1.2 土壤样品采集

红壤性水稻土与紫色水稻土于 2002 年 12 月水稻收获后,黄泥土于 2003 年 12 月水稻收获后采集土样(0~15 cm),所有处理小区都进行三次重复采样。每个样品区按蛇形采样法随机 3 点采集混合样品(其中垄作免耕样品在垄畦采集),盛于不锈钢密封罐带回实验室,分出部分样品冷冻,其余样品置于 0~4℃ 冷藏。供试三种水稻土试验前的基本理化性状见表 1。

表 1 供试水稻土(0~15 cm)试验前的基本性质

Table 1 Initial basic properties of paddy soils studied (0~15 cm)

供试土壤 ¹⁾ Tested soil	测定年份 Year of measurement	pH (H ₂ O)	黏粒 Clay <2 μm (g kg ⁻¹)	CEC (cmol kg ⁻¹)	有机碳 Organic carbon (g kg ⁻¹)	全氮 Total N (g kg ⁻¹)
紫色水稻土 (PP) Cabhaplic SA	1990	7.10	144.2	26.02	13.40	1.74
红壤性水稻土 (RP) Acihaplic SA	1981	6.90	259.0	9.38	16.22	0.95
黄泥土 (TP) Typfec SA	1987	5.60	302.9	20.5	16.13	1.70

1) 土壤分类按龚子同等^[23] Soil classification following Gong *et al.*^[23], SA:水耕人为土^[23] Stagnic Anthrosols^[23]

1.3 样品分析测定方法

1.3.1 土壤团聚体颗粒组样品的分离制备 采用国际制土壤颗粒分级标准划定土壤团聚体颗粒组,依据 Stemmer等^[24]的方法分离并略作修改。称取土样 50.0 g,置于盛有 250 ml蒸馏水的烧杯中,浸泡过夜。探针式超声波发生器(JYD-650,上海之信仪器有限公司,2001)低能量(170 J min^{-1})超声分散 5 min。湿筛法分离出 2 000~200 μm 粒径的颗粒组,然后用沉降虹吸法分离出 200~20 μm 粒径的颗粒组,继而采用离心法分离出 20~2 μm 和 <2 μm 粒径的颗粒组。制得的颗粒组样品冷冻干燥后备用。

1.3.2 土壤有机碳含量的测定 全土和团聚体颗粒组的总有机碳用元素分析仪(Elementar Vario-max CNS Analyser,德国 Elementar公司,2003年)测定,无机碳用 High TOC(型)分析仪(德国 Element公司)测定,全碳与无机碳之差即为有机碳。所有样品均 2次平行测定。

1.3.3 土壤易氧化态有机碳含量的测定 采用 KMnO_4 氧化法测定^[25]。称取过 0.25 mm 筛的土壤样品(2次平行),含碳约 15 mg,于塑料离心管中,加入 $1/3 \text{ mol L}^{-1}$ 的 KMnO_4 溶液 25 ml,将离心管盖紧,振荡 1 h,然后以 $2 000 \text{ r min}^{-1}$ 离心 5 min,取上清液加水稀释 2 500倍后,分光光度计比色(565 nm 波长),同时设置空白样品并用同样的方法配制标准曲线。按每消耗 1 mmol KMnO_4 溶液相当于氧化 9 mg碳计算其含量。

1.4 数据统计

数据处理和统计分析在 Microsoft Excel 2 000 上进行。土壤间和不同处理间的差异采用 SPSS 1 110 软件进行方差分析,显著性检验设 $p < 0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 土壤团聚体颗粒组的分布

图 1 表明,供试三种水稻土耕层土壤的团聚体颗粒组成中,均以 200~20 μm 和 20~2 μm 颗粒组所占的比例最大,分别介于 22%~43% 和 27%~44% 之间;其次是 2 000~200 μm 粗团聚体颗粒组,介于 13%~28% 之间;<2 μm 微团聚体颗粒组所占的比例最小,仅为 4%~16%。说明 200~2 μm 微团聚体较多是南方典型水稻土团聚体分布的特点,水

稻土的微团聚化作用较为明显。黄雪夏⁽¹⁾、唐晓红等^[26]对该紫色水稻土团聚体分布的研究结果也表明,250~20 μm 粒组是优势团聚体。三种水稻土 2 000~200 μm 粗团聚体颗粒组的比例表现为红壤性水稻土 > 黄泥土 > 紫色水稻土,即红壤性水稻土和太湖地区黄泥土的粗团聚体形成作用较强,而紫色水稻土较弱。这可能是因为红壤性水稻土属于第四纪红色黏土,含有较多的胶结力很强的(铁铝)氧化物,黄泥土为湖积母质,其黏粒含量较高,有利于粗团聚体的形成;而紫色水稻土为紫色沙泥岩母质,黏粒和氧化铁铝含量均较低,因而其粗团聚体的形成作用相对较弱^[19]。

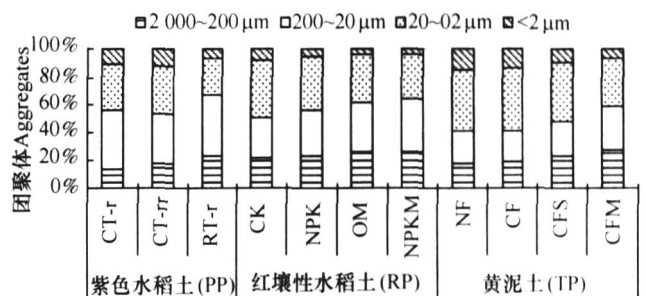


图 1 供试水稻土团聚体颗粒组的质量分数分布

Fig. 1 Distribution of particle-size fractions of aggregates in the studied paddy soils

2.2 全土与土壤团聚体颗粒组有机碳含量

如图 2 所示,供试三种水稻土全土 SOC 的含量介于 $17 \sim 27 \text{ g kg}^{-1}$ 之间,其中紫色水稻土在 $18 \sim 23 \text{ g kg}^{-1}$ 之间,其他两种酸性和微酸性水稻土在 $17 \sim 27 \text{ g kg}^{-1}$ 之间。团聚体颗粒组中的 SOC 含量依粒径大小而异,三种水稻土中均以 2 000~200 μm 和 <2 μm 粒组中 SOC 含量最高,分别介于 $19 \sim 34 \text{ g kg}^{-1}$ 和 $19 \sim 41 \text{ g kg}^{-1}$ 之间,即 SOC 主要向 2 000~200 μm 和 <2 μm 颗粒组中富集。这与李恋卿等^[7, 8]所研究的旱地红壤和太湖地区三种水稻土的团聚体颗粒组有机碳的分布特征相似。在 2 000~200 μm 粗团聚体颗粒组中, SOC 含量表现为紫色水稻土 > 红壤性水稻土 > 黄泥土。值得注意的是,紫色水稻土 <2 μm 粒组中的 SOC 含量小于 2 000~200 μm 粗团聚体颗粒组中,而红壤性水稻土和黄泥土则相反,说明紫色水稻土 <2 μm 颗粒组固定 SOC 的能力低于红壤性水稻土和黄泥土。前人研究报道^[27~29],紫色水稻土、黄泥土的黏土矿物组成分别以 2 1 型蒙脱石和 2 1 型水云母为主,而红壤性水

(1)黄雪夏. 紫色水稻土有机碳固定及碳汇效应. 西南农业大学博士学位论文, 2005

稻土则以 1 1型高岭石为主,其黏粒保护活性并不如紫色水稻土。可见,水稻土有机碳的微团聚体保护作用并不能用黏粒保护理论来解释,可能还与有机碳的结合机制有关。潘根兴等^[6]的研究已经指出,水稻土中有机碳不符合黏粒物理保护,而氧化铁可能在有机碳保护与稳定中有重要作用。

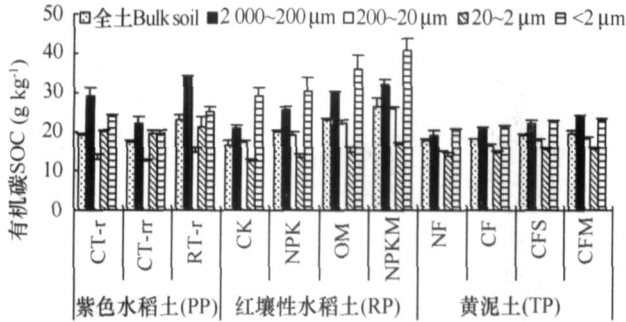


图 2 供试水稻土全土与团聚体颗粒组有机碳含量变化

Fig. 2 Variation of SOC content of bulk soil and particle-size fractions of aggregates in the studied paddy soils

2.3 全土与土壤团聚体颗粒组易氧化态有机碳含量

图 3表明,供试三种水稻土全土易氧化态有机碳(Labile organic carbon, LOC)的含量介于 $7 \sim 11 \text{ g kg}^{-1}$ 之间,其中紫色水稻土在 $8 \sim 10 \text{ g kg}^{-1}$ 之间,其余两种水稻土介于 $7 \sim 11 \text{ g kg}^{-1}$ 之间。这与李恋卿等^[7]的太湖地区三种水稻土表层 LOC含量($9 \sim 12 \text{ g kg}^{-1}$)、徐秋芳等^[30]的阔叶林土壤和灌木林土壤的 LOC含量(分别为 8 g kg^{-1} 和 10 g kg^{-1})结果相近。

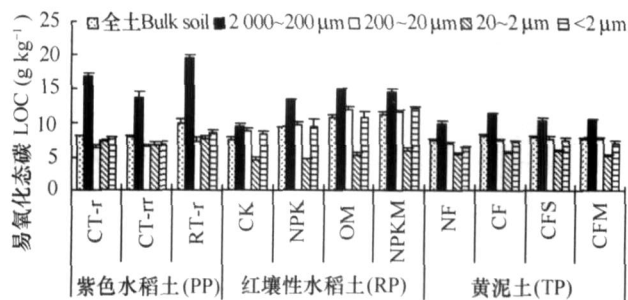


图 3 供试水稻土全土与团聚体颗粒组易氧化态碳含量变化

Fig. 3 Variation of LOC content of bulk soil and particle-size fractions of aggregates in the studied paddy soils

各团聚体颗粒组中 LOC的含量及其占 SOC的比例(LOC/SOC)仍以 $2000 \sim 200 \mu\text{m}$ 粒径中最高,分别为 $9 \sim 20 \text{ g kg}^{-1}$ 和 $44\% \sim 58\%$,即 LOC在

$2000 \sim 200 \mu\text{m}$ 粗团聚体颗粒组中明显富集。该粒径 LOC在不同类型水稻土中的含量存在差异,表现为紫色水稻土 >红壤性水稻土 >黄泥土。该粒径粗团聚体中 LOC/SOC也是以紫色水稻土中明显最高,红壤性水稻土中最低。这些均与 SOC的团聚体分布类似,但该粒径团聚体颗粒组的比例却是以红壤性水稻土中最高,紫色水稻土中最低。可见,虽然紫色水稻土中单位的粗团聚体保护的 SOC、LOC含量较高,但这并未推动其粗团聚体的建成。这在讨论团聚体有机碳的物理保护与团聚体稳定性的关系时,值得进一步研究^[31]。

3 讨论

3.1 耕作施肥对土壤团聚体颗粒组成及其有机碳、易氧化态有机碳积累的影响

紫色水稻土中,垄作免耕(RT-r)处理明显增加了 $2000 \sim 200 \mu\text{m}$ 粗团聚体颗粒组的比例(表 2),其增加幅度高达 82%,远远高于稻油轮作平作(CT-rf)处理(34%)。这是因为免耕对水稻土的扰动作用较小,使得粗团聚体的周转较慢,促进微团聚体的形成,并促使土壤有机碳包裹在微团聚体中,进而形成更多的粗团聚体^[5]。黄雪夏⁽¹⁾、唐晓红等^[26]已经报道了垄作免耕对这种水稻土团聚体形成的促进作用。在太湖地区黄泥土和红壤性水稻土中,施肥明显增加了 $2000 \sim 200 \mu\text{m}$ 和 $200 \sim 20 \mu\text{m}$ 较大粒径团聚体颗粒组的比例,且以有机无机肥配合施用下增加最多,其增加幅度在 20%~50%之间,而单施化肥下其增加幅度还不到 10%。这主要是因为有机无机肥配施下作物产量的增加带来了更多新鲜残茬,有利于较大粒径团聚体的形成。而对该两种水稻土长期试验点的历年稻谷产量的数据分析也表明,有机无机肥配施下稻谷历年产量均明显高于单施化肥处理^[32,33]。耕作施肥在促进较大粒径团聚体形成的同时,都伴随有更小粒径的微团聚体的减少。也就是说,耕作和施肥促进了微团聚体胶结形成较大粒径的团聚体。

由表 3、表 4可见,紫色水稻土中,垄作免耕(RT-r)明显增加了全土和 $2000 \sim 200 \mu\text{m}$ 粗团聚体颗粒组的 SOC和 LOC含量,而对其他粒径团聚体的影响较小;稻油轮作平作(CT-rf)下 SOC、LOC的含量并未增加,甚至在部分粒组有减少的趋势。表明

(1)黄雪夏. 紫色水稻土有机碳固定及碳汇效应. 西南农业大学博士学位论文, 2005

垄作免耕能够促进水稻土有机碳的增加,而稻油轮作平作处理并不利于有机碳的积累。在红壤性水稻土和黄泥土中,单施化肥(NPK)处理仅增加了较大粒径团聚体颗粒组中的SOC和LOC含量,而有机

表 2 耕作施肥长期处理下供试水稻土团聚体颗粒组质量分数的积累变化

Table 2 Variation of aggregate particle-size fractions in studied paddy soils under long term fertilization

土壤类型 Soil type	处理代号 Treatment code	团聚体颗粒组积累 Accumulation of aggregates (%)			
		2 000 ~ 200 μm	200 ~ 20 μm	20 ~ 2 μm	< 2 μm
紫色水稻土 (PP) Cabhaplic SA	CT-r	—	—	—	—
	CT-rr	4.42 \pm 0.09	- 5.85 \pm 0.29	- 0.85 \pm 0.10	2.28 \pm 0.71
	RT-r	10.82 \pm 0.00	0.80 \pm 0.17	- 7.51 \pm 0.30	- 4.11 \pm 0.64
	CK	—	—	—	—
红壤性水稻土 (RP) Acihaplic SA	NPK	1.87 \pm 0.20	2.96 \pm 0.93	- 2.76 \pm 0.76	- 2.07 \pm 0.68
	OM	3.57 \pm 0.23	6.88 \pm 0.13	- 7.27 \pm 0.08	- 3.18 \pm 0.09
	NPKM	4.22 \pm 0.18	9.27 \pm 0.15	- 9.23 \pm 0.07	- 4.26 \pm 0.28
	NF	—	—	—	—
黄泥土 (TP) Typfec SA	CF	1.12 \pm 0.39	- 1.06 \pm 0.42	1.46 \pm 0.32	- 1.52 \pm 0.20
	CFS	5.21 \pm 0.61	1.54 \pm 0.04	0.01 \pm 0.00	- 6.76 \pm 0.03
	CFM	9.39 \pm 0.54	8.57 \pm 0.38	- 9.73 \pm 0.29	- 8.23 \pm 0.68

表 3 耕作施肥长期处理下供试水稻土有机碳的积累变化

Table 3 Accumulation of SOC in studied paddy soils under long term cultivation and fertilization

土壤类型 Soil type	处理代号 Treatment code	有机碳积累 Accumulation of SOC (g kg^{-1})				
		全土 Bulk soil	2 000 ~ 200 μm	200 ~ 20 μm	20 ~ 2 μm	< 2 μm
紫色水稻土 (PP) Cabhaplic SA	CT-r	—	—	—	—	—
	CT-rr	- 1.68 \pm 0.20	- 7.17 \pm 0.08	- 0.31 \pm 0.06	- 0.46 \pm 0.03	- 4.65 \pm 0.68
	RT-r	3.72 \pm 1.05	4.71 \pm 1.09	1.69 \pm 0.01	1.66 \pm 0.59	1.42 \pm 0.41
红壤性水稻土 (RP) Acihaplic SA	CK	—	—	—	—	—
	NPK	3.50 \pm 0.77	4.67 \pm 0.13	1.55 \pm 0.38	0.52 \pm 0.02	1.07 \pm 0.36
	OM	6.16 \pm 0.44	9.55 \pm 0.84	4.75 \pm 0.33	1.95 \pm 0.28	6.95 \pm 1.49
	NPKM	9.88 \pm 0.75	11.59 \pm 0.20	8.40 \pm 0.31	4.33 \pm 0.06	11.72 \pm 0.99
黄泥土 (TP) Typfec SA	NF	—	—	—	—	—
	CF	0.40 \pm 0.03	1.57 \pm 0.48	1.25 \pm 0.45	0.74 \pm 0.03	1.00 \pm 0.01
	CFS	1.61 \pm 0.43	2.69 \pm 0.13	2.56 \pm 0.24	1.73 \pm 0.25	2.23 \pm 0.05
	CFM	2.00 \pm 0.09	4.57 \pm 0.61	2.92 \pm 0.42	1.73 \pm 0.27	2.53 \pm 0.05

表 4 耕作施肥长期处理下供试水稻土易氧化态碳的积累变化

Table 4 Accumulation of LOC in studied paddy soils under long term cultivation and fertilization

土壤类型 Soil type	处理代号 Treatment code	易氧化态碳积累 Accumulation of LOC (g kg^{-1})				
		全土 Bulk soil	2 000 ~ 200 μm	200 ~ 20 μm	20 ~ 2 μm	< 2 μm
紫色水稻土 (PP) Cabhaplic SA	CT-r	—	—	—	—	—
	CT-rr	- 0.27 \pm 0.06	- 3.01 \pm 0.26	0.14 \pm 0.01	- 0.45 \pm 0.10	- 1.18 \pm 0.33
	RT-r	1.82 \pm 0.62	2.78 \pm 0.15	0.75 \pm 0.13	0.39 \pm 0.09	0.78 \pm 0.18
红壤性水稻土 (RP) Acihaplic SA	CK	—	—	—	—	—
	NPK	2.10 \pm 0.36	3.97 \pm 0.32	0.85 \pm 0.16	0.13 \pm 0.05	1.19 \pm 0.58
	OM	3.52 \pm 0.03	5.49 \pm 0.26	3.16 \pm 0.01	0.69 \pm 0.13	2.49 \pm 0.52
	NPKM	3.83 \pm 0.08	5.19 \pm 0.12	2.80 \pm 0.02	1.28 \pm 0.09	3.82 \pm 0.26
黄泥土 (TP) Typfec SA	NF	—	—	—	—	—
	CF	0.68 \pm 0.04	1.42 \pm 0.26	0.57 \pm 0.05	0.18 \pm 0.09	0.88 \pm 0.12
	CFS	0.34 \pm 0.04	0.53 \pm 0.02	0.80 \pm 0.11	0.45 \pm 0.09	1.15 \pm 0.25
	CFM	0.16 \pm 0.05	0.65 \pm 0.25	0.68 \pm 0.07	- 0.22 \pm 0.01	0.72 \pm 0.22

