

不同母质发育的紫色水稻土腐殖质分布特征

马世五^{1,2}, 高雪松^{1,2}, 邓良基^{1,2*}, 胡玉福^{1,2}, 李亨伟^{1,2}, 黄春^{1,2}

(1 四川农业大学资源环境学院, 四川 雅安 625014 2 四川省土地资源信息实验室, 四川 雅安 625014)

摘要: 研究了川中丘陵区紫色水稻土土壤腐殖质碳的剖面分布及其组成特征, 探讨了土壤腐殖质与活性有机碳、土壤全氮含量的关系。结果表明: (1) 表层腐殖质碳含量、HA/FA值同时受母质和水分条件的影响, 冲沟上部的淹育性水稻土主要受母质的影响, 而冲沟交汇处的潜育性水稻土, 则主要受水分条件的影响; 剖面分布上, 土壤腐殖质碳含量、HA/FA总体上随土层深度的增加呈递减趋势。在水分条件的影响下, 腐殖质碳含量、HA/FA值表现为淹育性水稻土<渗育性水稻土<潜育性水稻土。(2) 腐殖质碳、HA/FA值的含量与LOC呈极显著正相关关系($P<0.01$)。FA与LOC呈显著的正相关关系($P<0.05$)。(3) 腐殖质碳、HA/FA与TN呈极显著的正相关关系($P<0.01$)。FA与TN呈显著的正相关关系($P<0.05$)。

关键词: 腐殖质碳; HA/FA; 活性有机碳; 紫色水稻土

中图分类号: S155.2+5

文献标识码: A

腐殖质是土壤肥力的物质基础, 是土壤中最活跃的部分^[1,2]。研究高产粮田腐殖质组成及影响因素对培肥土壤, 提高土地生产力有重要的现实意义^[3-5]。土壤腐殖质的组成与一定的气候、水、热等成土条件有关, 不同地带土壤的腐殖质组成和性质不同, 而同一地带土壤的腐殖质组成和性质也因土壤母质和微地形的变化而变化^[6]。近年来, 对腐殖质的研究多集中在施肥对腐殖质的影响方面^[7,8]。川中丘陵区的水稻土多起源于紫色土, 母质起着突出的作用^[9]。本文从母质因素角度探讨紫色水稻土的腐殖质剖面分布及其组成特征, 并分析母质对该区有机质和各形态腐殖质含量的影响, 对探讨川中丘陵区紫色水稻土腐殖质演变和培肥地力具有一定的指导作用。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

川中丘陵区位于四川盆地中部, 龙泉山以东, 华蓥山以西, 面积 $5.24 \times 10^4 \text{ km}^2$, 占盆地面积的35.50%, 海拔300~500 m。该区气候属于亚热带季风性湿润气候, 年降雨量900~1000 mm, 年均温达17~18℃, 地带性植被为常绿阔叶林。地形以丘陵为主, 东南、西南面有低山环绕, 为典型的方山红岩丘陵区。区内沟谷纵横, 沱江、涪江、嘉陵江流经本区, 阶地广布, 相对高度仅20~100 m。土壤母质为以侏罗系自流井组(J_2)、沙溪庙组(J_3)、蓬莱镇组(J_4)、遂宁组(J_5)等为主的紫红色砂泥岩、页岩的残积物、坡积物。土壤类型以紫色土和水稻土为主, 紫色土主要为中性紫色土和石灰性紫色土两个

收稿日期(Received date): 2007-08-20; 改回日期(Accepted): 2007-11-30.

基金项目(Foundation item): 国家星火计划(2005EA810087); 四川省自然科学基金重点项目(2006A001); 四川省自然科学基金重点项目(2003A009) [Project(2005EA810087) supported by National Sparking Plan Project(2006A001) supported by Natural Science Foundation of Sichuan Province; Project(2006A001) supported by Natural Science Foundation of Sichuan Province]

作者简介(Biography): 马世五(1981-), 男, 重庆石柱人, 硕士研究生, 主要从事土壤碳循环和土壤资源信息管理方向的研究。[Ma Shiwu (1981-) Male born in Shizhu of Chongqing Master mainly study on soil carbon cycle and soil resources information management Email: huanYu010414@163.com]

* 通讯作者(Corresponding author, au16@sicau.edu.cn)

亚类, 水稻土则主要是在紫色土母质上发育而成的紫色水稻土。

样品采集

供试土样为川中丘陵区自流井组、沙溪庙组和遂宁组三种母质上发育形成的紫色水稻土(耕层土壤基本性状详见表 1)。每种母质内选取 2 条典型冲沟, 在每条冲沟内采集淹育性、渗育性、潜育性水稻土。其中, 淹育性水稻土淹水耕作时间较短, 剖面层次不明显, 通体颜色较均一, 主要分布在冲沟上部; 渗育性水稻土灌排条件较好, 土壤剖面中可见呈

大棱柱状结构的渗育层, 该土壤主要分布在冲沟中部; 而潜育性水稻土主要分布在集水的地形(冲沟交汇处)土壤长期渍水, 处于还原条件, 土壤剖面有青灰色或暗灰紫色的潜育层, 对潜育层土壤滴加盐酸有臭鸡蛋气味产生, 滴加邻啡罗琳, 土壤变红。每条冲沟设置 3 个重复, 共计 54 个样点。在野外采样时, 所有样点均按照 0~10 cm、10~20 cm、20~40 cm、40~60 cm、60~100 cm 分层取样。样品分出杂物, 风干, 磨碎, 过筛, 装袋待测, 未过筛的石砾称重记录。

表 1 几种紫色水稻土耕层土壤基本性状
Table 1 Basic Properties of several purple paddy soils in Topsoil

母质 Parent Materials	水稻土类型 Paddy Soils Type	容重 Bulk Density (g/cm ³)	pH	有机碳 SOC (g/kg)	全氮 Total N (g/kg)	全磷 Total P (g/kg)	全钾 Total K (g/kg)	碱解氮 Rapid N (mg/kg)	速效磷 Rapid P (mg/kg)	速效钾 Rapid K (mg/kg)
自流井组	淹育性	1.43	6.61	13.95	0.89	0.62	16.66	88.10	6.96	82.15
	渗育性	1.33	6.29	16.64	1.11	0.61	16.28	91.79	10.80	107.22
	潜育性	1.24	6.11	21.13	1.60	0.76	21.38	97.86	12.42	113.88
沙溪庙组	淹育性	1.37	6.93	12.11	0.86	0.39	15.17	55.19	3.28	65.89
	渗育性	1.12	7.01	21.47	1.16	0.45	15.00	80.81	3.74	75.30
	潜育性	1.05	7.33	24.66	1.64	0.58	16.31	99.41	4.50	92.41
遂宁组	淹育性	1.55	8.04	10.55	0.91	0.72	10.29	71.88	2.39	80.57
	渗育性	1.28	7.59	20.36	1.31	0.74	24.84	82.17	3.54	81.65
	潜育性	1.19	7.51	30.34	1.35	0.96	29.58	100.85	4.12	103.92

样品测试

结合态腐殖质分级: 用傅积平改进法^[10]; 活性有机碳的测定: 高锰酸钾氧化—比色法^[11]; 土壤总有机碳的测定: 采用铬酸钾外加加热法; 土壤基本理化性质测定: 采用常规方法^[12]。

数据统计分析在 SPSS12.0 上完成。

2 结果与讨论

土壤有机碳分布特征

紫色土有机碳含量在不同的 3 个亚类之间以酸性紫色土、中性紫色土、石灰性紫色土的顺序递减, 由紫色土发育而成的紫色水稻土也深受这一规律的影响。从表 2 可看出, 由自流井组、沙溪庙组、遂宁组发育的淹育性水稻土中, 有机碳含量表现为自流井组>沙溪庙组>遂宁组, 这主要是由于淹育性水稻土的水耕熟化历史还不长, 受母质土壤的影响比

较严重; 渗育性水稻土中, 有机碳含量表现为沙溪庙组>遂宁组>自流井组, 以 pH 居中的沙溪庙组含量为最大; 而在潜育性水稻土中, 则表现出了与淹育性水稻土完全相反的现象, 有机碳含量表现为遂宁组>沙溪庙组>自流井组, 这种现象与旱地紫色土的一般规律完全相反, 可能是由于土壤呈微碱性反应时, 利于胡敏酸的形成, 同时由于潜育性水稻土中水分很多, 影响了微生物的活性, 抑制了有机质的分解, 从而导致了石灰性紫色水稻土的有机碳含量高于中性或微酸性紫色水稻土。

紫色水稻土有机碳含量受水分条件的影响也很大, 从表 2 可看出, 由三种母质发育的紫色水稻土, 有机碳含量均表现为淹育性水稻土<渗育性水稻土<潜育性水稻土。这一方面是由于侵蚀的作用, 使位于冲沟上部的淹育性水稻土中富含有机碳和胡敏酸的土粒不断地向冲沟中部及冲沟下部流失而造成的; 另一方面, 是由于水分条件差异而产生的, 淹育

性水稻土处于冲沟上部, 积水条件的季节性较强, 土壤有机质好氧分解强烈, 而潜育性水稻土处于经常淹水环境, 有机质的好氧分解相对微弱。一般认为, 在剖面分布上, 土壤有机碳含量与土层深度密切相关, 随深度的增加呈递减趋势^[13], 从表 2 可看出, 由

三种母质发育的紫色水稻土均符合这一规律, 有机碳随土层深度变化的趋势都比较明显(遂宁组发育的渗育性水稻土除外, 降幅只有 15.7%, 趋势不明显), 这说明深层土壤淹水或长期滞水未能导致有机质的积累^[14]。

表 2 不同母质下水稻土有机碳含量
Table 2 The content of SOC in different Parent Materials of Paddy soils

土壤类型 Soil Type	深度 Depth (cm)	自流井组 (J ₂ Z) (g/kg)	沙溪庙组 (J ₂ S) (g/kg)	遂宁组 (J ₃ S) (g/kg)
淹育性水稻土 Submergic Paddy soil	0 ~ 10	14. 61	12. 37	11. 01
	10 ~ 20	13. 29	11. 85	10. 08
	20 ~ 40	12. 73	9. 30	9. 23
	40 ~ 60	9. 84	7. 17	5. 58
	60 以下	—	6. 65	5. 05
渗育性水稻土 Petrogenic Paddy soil	0 ~ 10	17. 61	22. 43	20. 90
	10 ~ 20	15. 67	20. 51	19. 82
	20 ~ 40	17. 07	13. 23	18. 50
	40 ~ 60	15. 13	11. 94	18. 39
	60 以下	10. 66	10. 87	17. 61
潜育性水稻土 Gleyed Paddy soil	0 ~ 10	21. 48	27. 62	31. 22
	10 ~ 20	26. 77	21. 69	29. 45
	20 ~ 40	16. 02	16. 89	28. 24
	40 ~ 60	11. 15	17. 03	19. 82
	60 以下	12. 49	15. 30	20. 53

土壤腐殖质碳的分布及其组成特征

有机质进入土壤后, 在微生物的作用下, 经分解转化形成腐殖质, 土壤腐殖质的组成和性质状况对土壤的物理、化学及生物学性质都有重要影响, 反应了土壤肥力的高低变化^[15]。紫色水稻土腐殖质的分布与有机碳的分布有很大的相似性。从表 3、表 4、表 5 可看出, 由自流井组、沙溪庙组、遂宁组发育的淹育性水稻土中, 表层土壤腐殖质碳的含量表现为自流井组>沙溪庙组>遂宁组, 这与有机质的分布特征相似; 而渗育、潜育性水稻土在母质、水分条件的双重作用下, 表层土壤腐殖质碳的含量与有机碳的分布规律并不完全一致, 渗育、潜育性水稻土中, 表层土壤腐殖质碳的含量是沙溪庙组>自流井组>遂宁组, 以 III 居中的沙溪庙组发育的渗育水稻土含量为最大。

跟有机碳的分布特征相似, 腐殖质碳含量受水分条件的影响也很大。由三种母质发育的紫色水稻

土, 腐殖质碳含量均表现为淹育性水稻土<渗育性水稻土<潜育性水稻土。一方面这是由于侵蚀的作用, 位于冲沟上部的淹育性水稻土中的富含腐殖质的细小土粒不断地向冲沟中部及冲沟下部流失; 另一方面, 是由于水分条件的差异而产生的, 淹育性水稻土处于冲沟上部, 积水条件的季节性较强, 土壤有机质好氧分解强烈, 有机质的矿化过程较强, 而潜育性水稻土处于经常淹水环境, 有机质的好氧分解相对微弱, 土壤腐殖化过程激烈^[16]。

在剖面分布上, 土壤有机碳含量与土层深度密切相关, 随深度的增加呈递减趋势。由三种母质发育的紫色水稻土的腐殖质碳分布总体上符合这一规律(自流井组发育的渗育性水稻土、潜育性水稻土和遂宁组发育的淹育性水稻土和潜育性水稻土表层出现了先增后减的现象)。腐殖质碳随土层深度变化的趋势由于母质的不同而不同, 自流井组发育的淹育性水稻土、渗育性水稻土、潜育性水稻土从表层

表 3 自流井组 (J₂Z)腐殖质含量与组成
Table 3 The content and composition of humus in J₂Z

土壤类型 Soil Type	深度 Depth (m)	腐殖质碳 Humic C (g/kg)	腐殖质组成比例 (占总碳%) Humus composition(% of total C)		
			HA	FA	HA/FA
淹育性水稻土 Submergic paddy soil	0 ~10	3.90	9.16	17.52	0.52
	10 ~20	3.70	6.79	21.02	0.32
	20 ~40	3.33	8.03	18.13	0.44
	40 ~60	3.21	8.86	23.70	0.37
渗育性水稻土 Petrogenic paddy soil	0 ~10	3.85	9.56	12.29	0.78
	10 ~20	3.93	11.22	13.84	0.81
	20 ~40	3.65	7.62	16.62	0.46
	40 ~60	3.43	7.15	15.55	0.46
	60 以下	3.09	8.81	20.21	0.44
潜育性水稻土 Gleyed paddy soil	0 ~10	4.87	12.09	10.58	1.14
	10 ~20	5.43	14.33	11.81	1.21
	20 ~40	3.12	9.34	10.14	0.92
	40 ~60	2.80	12.34	12.75	0.97
	60 以下	2.08	8.14	8.47	0.96

表 4 沙溪庙组 (J₂S)腐殖质含量与组成
Table 4 The content and composition of humus in

土壤类型 Soil Type	深度 Depth (m)	腐殖质碳 Humic C (g/kg)	腐殖质组成比例 (占总碳%) Humus composition(% of total C)		
			HA	FA	HA/FA
淹育性水稻土 Submergic paddy soil	0 ~10	3.65	11.39	18.12	0.63
	10 ~20	3.60	10.90	19.45	0.56
	20 ~40	2.49	8.14	18.57	0.44
	40 ~60	2.24	5.39	25.80	0.21
	60 以下	2.39	8.83	27.08	0.33
渗育性水稻土 Petrogenic paddy soil	0 ~10	4.61	8.36	12.20	0.69
	10 ~20	4.22	8.43	12.16	0.69
	20 ~40	2.84	7.59	13.87	0.55
	40 ~60	2.85	8.40	15.45	0.54
	60 以下	2.77	10.57	19.47	0.54
潜育性水稻土 Gleyed paddy soil	0 ~10	5.19	10.96	7.81	1.40
	10 ~20	4.13	11.00	8.03	1.37
	20 ~40	3.37	10.87	9.07	1.20
	40 ~60	3.25	10.33	8.75	1.18
	60 以下	3.04	10.60	9.30	1.14

到底层腐殖质碳的降幅分别为 17.7%、19.7%、57.3%，沙溪庙组发育的淹育性水稻土、渗育性水稻土、潜育性水稻土从表层到底层腐殖质碳的降幅分

别为 34.5%、29.1%、41.4%，遂宁组发育的淹育性水稻土、渗育性水稻土、潜育性水稻土从表层到底层腐殖质碳的降幅分别为 57.2%、16.0%、15.0%。

由自流井组、沙溪庙组、遂宁组紫色土母质上发育的表层水稻土中, HA/FA值随母质不同而不同: 淹育性水稻土中, 遂宁组>沙溪庙组>自流井组; 渗育性水稻土中, 遂宁组>自流井组>沙溪庙组; 而在潜育性水稻土中, 三种母质发育的沙溪庙组>遂宁组>自流井组。这是由于土壤呈微碱性反应时, 有

利于胡敏酸的形成, 故而在淹育和渗育紫色水稻土中, 发育于遂宁组的水稻土的 HA/FA值高于发育于自流井组和沙溪庙组的水稻土; 而在潜育性水稻土中, 由于母质和水分条件的同时作用, 导致沙溪庙组中表层土壤的 HA/FA值最大。

表 5 遂宁组 (J_{3s})腐殖质含量与组成
Table 5 The content and composition of humus in J_{3s}

土壤类型 Soil Type	深度 Depth (cm)	腐殖质碳 Humic C(g/kg)	腐殖质组成比例 (占总碳%) Humus composition(% of total C)		
			HA	FA	HA/FA
淹育性水稻土 Saturated Paddy soil	0~10	2.08	8.55	10.35	0.83
	10~20	2.14	8.81	12.41	0.71
	20~40	1.57	5.77	11.25	0.51
	40~60	1.05	6.65	12.12	0.55
	60以下	0.89	6.87	10.79	0.64
渗育性水稻土 Permeable Paddy soil	0~10	3.69	8.94	8.73	1.02
	10~20	3.60	9.35	8.82	1.06
	20~40	3.42	9.01	9.45	0.95
	40~60	3.36	9.45	8.79	1.08
	60以下	3.10	8.93	8.65	1.03
潜育性水稻土 Gleyed Paddy soil	0~10	4.14	7.23	6.02	1.20
	10~20	4.34	7.85	6.90	1.14
	20~40	3.86	6.81	6.87	0.99
	40~60	3.83	10.04	9.26	1.08
	60以下	3.52	8.66	8.50	1.02

跟腐殖质碳含量分布情况一样, HA/FA值同样也受水分条件的影响。同种母质下, HA/FA值表现为淹育性水稻土<渗育性水稻土<潜育性水稻土, 这是由于淹水条件有利于有机质的积累和胡敏酸的缩合, 使胡敏酸的比例增加^[17]。同一剖面下, 从上往下, HA/FA总体上呈下降趋势(自流井组发育的渗育性水稻土、潜育性水稻土和遂宁组发育的渗育性水稻土表层出现了先增后减的现象), 符合胡敏酸/富里酸比值(HA/FA)在土壤剖面中的一般规律。这主要是由于剖面从上到下, 土层的熟化程度和肥力水平下降, 从而胡敏酸/富里酸比值(HA/FA)降低, 加之富里酸活性性较大易移动^[18]。

土壤腐殖质碳与活性有机碳的关系

土壤活性有机碳组分是土壤有机碳中较活跃的部分, 占土壤有机碳的比例总体不高, 但对维持土壤肥力及土壤碳储量的变化方面具有重要的作用^[19];

而腐殖质是土壤肥力的物质基础, 占土壤有机质组成的 80%以上, 是土壤中最活跃的部分, 对土壤肥力的高低有重要影响。本研究采用皮尔逊相(Pearson)关系系数法对土壤活性有机碳与腐殖质碳的相关性进行了研究, 研究表明腐殖质碳、HA、HA/FA值的含量与变化与活性有机碳含量(IOC)呈极显著的正相关关系($P<0.01$), FA与活性有机碳含量(IOC)呈显著的正相关关系($P<0.05$)(图 1)。这说明在土壤活性有机碳含量增长的情况下, HA、HA/FA均显著增长, 腐殖质质量将得到明显改善。

土壤腐殖质碳与全氮的关系

全氮含量与土壤有机质的消长趋势往往是一致的, 土壤氮素在一定程度上决定了有机碳的含量^[20], 而土壤对碳的固持常常受土壤氮水平的制约^[21]。本研究中腐殖质碳、HA、HA/FA与全氮含量(TN)呈极显著的正相关关系($P<0.01$), FA与 TN

呈显著的正相关关系 ($P < 0.05$) (图 2)。这说明在土壤全氮含量增长的情况下, HA HA/FA 均显著增长, 腐殖质质量明显改善, 与杨继松等^[19] 研究

的三江平原湿地的情况 (HA/FA 与全氮含量呈显著的负相关关系) 不一致, 这可能是由于川中丘陵区紫色水稻土的全氮含量相对较低。

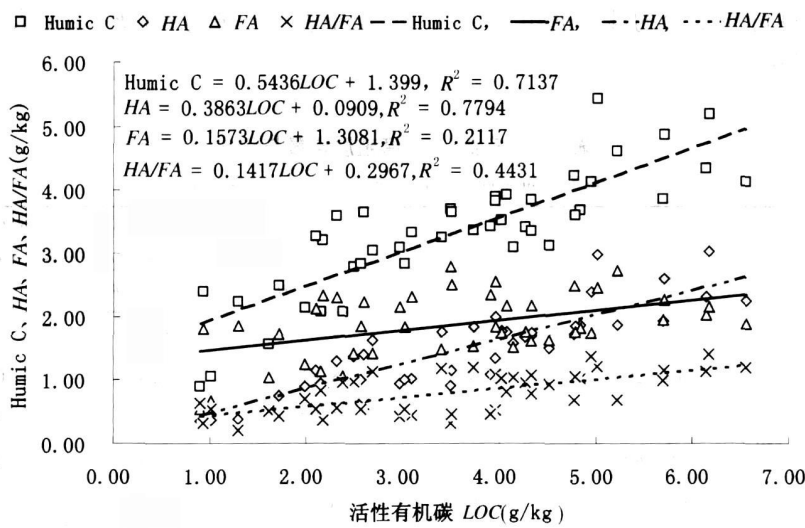


图 1 紫色水稻土腐殖质碳、HA、FA、HA/FA 与 LOC 的相关关系

Fig. 1 Correlation between Humic C, HA, FA, HA/FA and LOC in purple paddy soil

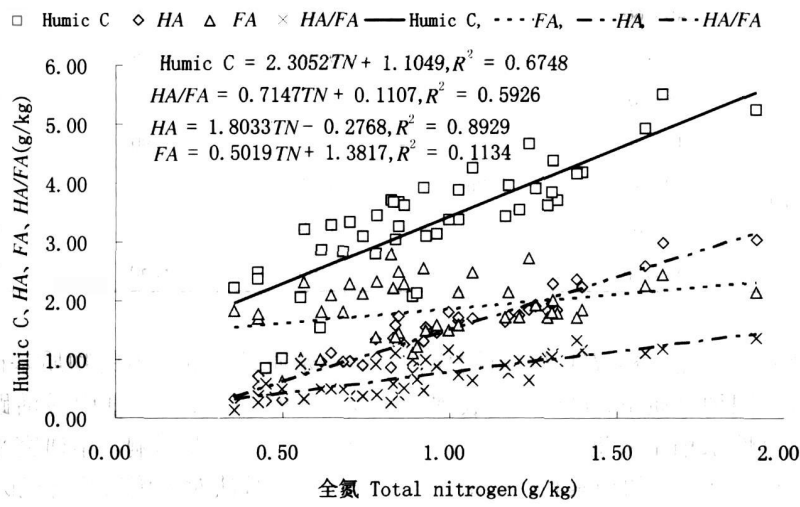


图 2 紫色水稻土腐殖质碳、HA、FA、HA/FA 与 TN 的相关关系

Fig. 2 Correlation between Humic C, HA, FA, HA/FA and TN in purple paddy soil

3 结论与讨论

1. 由自流井组、沙溪庙组、遂宁组发育的淹育性水稻土中, 表层土壤腐殖质碳的含量是自流井组 > 沙溪庙组 > 遂宁组; 渗育、潜育性水稻土中, 表层土壤腐殖质碳的含量是沙溪庙组 > 自流井组 > 遂宁组。剖面分布上, 土壤腐殖质碳含量与土层深度

密切相关, 总体上随土层深度的增加呈递减趋势。腐殖质碳含量受水分条件的影响很大, 三种母质发育的紫色水稻土, 腐殖质碳含量均表现为淹育性水稻土 < 渗育性水稻土 < 潜育性水稻土。

HA/FA 值随母质不同而不同, 淹育性水稻土中, 表层土壤的 HA/FA 值大小为: 遂宁组 > 沙溪庙组 > 自流井组; 渗育性水稻土中, 表层土壤的 HA/FA 值大小为: 遂宁组 > 自流井组 > 沙溪庙组; 而在

潜育性水稻土中, 表层土壤的 HA/FA 值大小为: 沙溪庙组 $>$ 遂宁组 $>$ 自流井组。同一剖面下, 从上往下, HA/FA 总体上呈下降趋势。在水分条件的影响下, HA/FA 值表现为淹育性水稻土 $<$ 渗育性水稻土 $<$ 潜育性水稻土。

2. 腐殖质碳、 HA/FA 值的含量与变化与活性有机碳含量 (IOC) 呈极显著的正相关关系 ($P < 0.01$), FA 与活性有机碳含量 (IOC) 呈显著的正相关关系 ($P < 0.05$)。这说明在土壤活性有机碳含量增长的情况下, HA/FA 均显著增长, 腐殖质质量将得到明显改善。

3. 腐殖质碳、 HA/FA 值的含量与变化与 TN 呈极显著的正相关关系 ($P < 0.01$), FA 与 TN 呈显著的正相关关系 ($P < 0.05$), 但当含氮量达到一个平衡值后, HA/FA 与 TN 可能会出现负相关关系, 川中丘陵区紫色水稻土的这个平衡值为多大, 需进一步研究确认。

参考文献 (References)

- [1] Chen Enfeng. Material Foundation and Regulation of Soil Fertility [M]. Beijing: Science Press, 1990. 38~54 [陈恩凤. 土壤肥力物质基础及其调控 [M]. 北京: 科学出版社, 1990. 38~54]
- [2] Lin Xinxiong. Soil Organic Matter and Management in China. Quotation Shen Shamin. Soil Fertility in China [M]. Beijing: Chinese Agriculture Press, 1998. 111~159 [林心雄. 中国土壤有机质状况及其管理. 见: 沈善敏主编. 中国土壤肥力 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1998. 111~159]
- [3] Yang Li, Yu Shufang. Composition properties and effect factors of humus in high-yield field in Shandong Province [J]. Shandong Agricultural Sciences, 2000 (1): 12~14 [杨力, 于淑芳. 山东高产粮田腐殖质组成特征及影响因子研究 [J]. 山东农业科学, 2000 (1): 12~14]
- [4] Li Zhongpei, Cheng Lili. Composition of humus in relation to soil fertility in red soil region [J]. Soils, 2002 (1): 9~15 [李忠佩, 程励励. 红壤腐殖质组成变化特点及其与肥力演变的关系 [J]. 土壤, 2002 (1): 9~15]
- [5] Li Qingku. Chinese Paddy Soil [M]. Beijing: Science Press, 1992. 172~195 [李庆远主编. 中国水稻土 [M]. 北京: 科学出版社, 1992. 172~195]
- [6] Dou Sen, Zhang Jihong, Yan Li. Soil Fertilization on Continuous Development of Agricultural [M]. Shenyang: Dongbei University Press, 1995. 251~277 [窦森, 张继宏, 颜丽. 农业持续发展的土壤培肥研究 [M]. 沈阳: 东北大学出版社, 1995. 251~277]
- [7] Shi Jiping, Zhang Daoqi, Lin Bao. Effects of Long-term Located Fertilization on Contents of Soil Humus [J]. Soils and Fertilizers, 2002 (1): 15~19 [史吉平, 张夫道, 林葆. 长期定位施肥对土壤腐殖质含量的影响 [J]. 土壤肥料, 2002 (1): 15~19]
- [8] Zhang Jinhui, Zhang Dajun, Dou Sen, et al. Effects of Field Location and Fertilization on the Contents and Characteristics of Soil Humus Fractions [J]. Chinese Journal of Soil Science, 2006. 37 (6): 1243~1246 [张晋辉, 张大军, 窦森, 等. 田间定位施肥对土壤腐殖质组分数量与特性的影响 [J]. 土壤通报, 2006. 37 (6): 1243~1246]
- [9] Liu Shiquan, Zhang Ming, et al. Regional Soil Geography [M]. Chengdu: Sichuan University Press, 1997. 220~222 [刘世全, 张明, 等. 区域土壤地理 [M]. 成都: 四川大学出版社, 1997. 220~222]
- [10] Fu Jiping. Grouping Determination of Soil Combined Humus. Chinese Journal of Soil Science, 1983 (2): 36~37 [傅积平. 土壤结合态腐殖质的分组测定 [J]. 土壤通报, 1983 (2): 36~37]
- [11] Lefty R D B, Blair G, Strong W M. Changes in soil organic matter with cropping as measured by organic carbon fractions and ^{13}C natural isotope abundance [J]. Plant and Soil, 1993. 155~156, 399~402.
- [12] Institute of Soil Science, Chinese Academy of Science, Nanjing. Soil Physical and Chemical Analysis [M]. Shanghai: Shanghai Science Press, 1978. 151~169 [中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析 [M]. 上海: 上海科技出版社, 1978. 151~169]
- [13] Jia Yuping, Su Zhizhi, Duan Jiannan. Spatial Variability of Soil Organic Carbon at Small Watershed in Gully Region of Loess Plateau [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2004. 18 (1): 31~34 [贾宇平, 苏志珠, 段建南. 黄土高原沟壑区小流域土壤有机碳空间变异 [J]. 水土保持学报, 2004. 18 (1): 31~34]
- [14] Li Xiangyang, Hu Hongqing, Tan Wenfeng, et al. Distribution of Humus in Paddy Soils with Different Gleyed Degree in the Four Lake Regions of Jiangnan Plain [J]. Journal of Huazhong Agricultural University, 2004. 23 (6): 6631~6634 [李向阳, 胡红青, 谭文锋, 等. 四湖地区不同水型水稻土的腐殖质分布特征 [J]. 华中农业大学学报, 2004. 23 (6): 6631~6634]
- [15] Li Zhongpei, Cheng Lili, Lin Xinxiong. Composition of humus in relation to soil fertility in red soil region [J]. Soils, 2002 (1): 9~15 [李忠佩, 程励励, 林心雄. 红壤腐殖质组成变化特点及其与肥力演变的关系 [J]. 土壤, 2002 (1): 9~15]
- [16] Yang Jisong, Yu Junbao, Liu Jingshuang. Humus Distribution and Fraction of Typical Marsh Soil Depth Profiles in the Sanjiang Plain [J]. Chinese Journal of Soil Science, 2006. 37 (5): 865~868 [杨继松, 于君宝, 刘景双. 三江平原典型湿地土壤腐殖质的剖面分布及其组成特征 [J]. 土壤通报, 2006. 37 (5): 865~868]
- [17] Cheng Lili, Wen Qixiao, Wu Shunling, et al. The Effect of Chemical Composition and Decomposition Conditions of Plant Materials on the Newly Formed Humus [J]. Acta Pedologica Sinica, 1981. 18 (4): 360~367 [程励励, 文启孝, 吴顺令, 等. 植物材料的化学组成和腐解条件对新形成腐殖质的影响 [J]. 土壤学报, 1981. 18 (4): 360~367]
- [18] Zhu Zuxiang. Soil (Volume 1) [M]. Beijing: Agriculture Press, 1983. 36~50 [朱祖祥. 土壤学 (上册) [M]. 北京: 农业出版社, 1983. 36~50]
- [19] Blair G J, R D B, Lefty R P, Singh A R. The Development and use of a carbon management index to monitor changes in soil C pool size and turnover rate [J]. In: Cadisch G & K E

- Giller eds. Drive by nature: plant litter quality and decomposition [J]. Wallingford: CAB International 1997: 273 ~ 281
- [20] Gao Yajun, Zhu Peili, Huang Dongmai. The Long Term Impact of different Soil Management on Organic Matter in Rice-Wheat Rotation System [J]. Soil and Environmental Sciences, 2000, 9(2): 27 ~ 30 [高亚军, 朱培立, 黄东迈. 稻麦轮作条件下长期不同土壤管理对有机质积累的影响 [J]. 土壤与环境, 2000, 9(2): 27 ~

- 30]
- [21] Liu Jingshuang, Yang Jijun, Yu Junbao, et al. Study on Vertical Distribution of Soil Organic Carbon in Wetlands Sanjiang Plain [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2003, 17(3): 5 ~ 8 [刘景双, 杨继松, 于君宝, 等. 三江平原沼泽湿地土壤有机碳的垂直分布特征研究 [J]. 水土保持报, 2003, 17(3): 5 ~ 8]

Distribution of Humus in Purple Paddy Soils Derived from Different Parent Materials

MA Shiwei², GAO Xuesong², DENG Liangji², HU Yufei², LI Hengwei², Huangchun²

(1 Department of Resource and Environment, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, Sichuan, China)

(2 Key Laboratory of Land Information in Sichuan Province, Ya'an 625014, Sichuan, China)

Abstract: The paper studied the distribution of humus carbon in soils sections and the characteristics of humus carbon fraction of purple paddy in Mid-Sichuan Hilly Region. The relationship between soil humus carbon, soil labile organic carbon and soil total nitrogen (TN) were discussed in this paper. Results indicated that Surficial humus carbon content and HA/FA were different in different parent materials and soil moisture conditions. Submergic paddy soil in the upside of rushing gully is mainly effected by parent materials. Gleyed paddy soil in the junction of rushing gully is mainly effected by soil moisture condition. In General, soil humus carbon content and HA/FA decreased with the depth of soil increased in soil profile. On the effect of soil moisture, for humus carbon content and HA/FA, there was a tendency among different Purple Paddy Soils: submergic paddy soil > Percogenic paddy soil > Gleyed paddy soil. The content of humus carbon, HA and HA/FA were significantly positive related to soil labile organic carbon ($P < 0.01$), and FA were significantly positive related to soil labile organic carbon ($P < 0.05$). The content of soils humus carbon, HA and HA/FA were significantly positive related to soil total nitrogen (TN) ($P < 0.01$), and FA was significantly positive related to soil total nitrogen (TN) ($P < 0.05$).

Key words: humus carbon, HA/FA, labile organic carbon, purple paddy soils