

五十年来宁波平原水稻土有机质变化及其调控措施^①

王 斌, 孙 健, 张建民, 杨筠文

(浙江省宁波市鄞州区农业技术服务站, 浙江宁波 315100)

Changes of Organic Matter in Paddy Soils in Ningbo Plain Over 50 Years and Its Regulation and Control

WANG Bin, SUN Jian, ZHANG Jian-min, YANG Yun-wen

(Agro-technical Station of Yinzhou District, Ningbo, Zhejiang 315100, China)

摘 要: 2008 年对宁波平原水稻土的有机质进行了研究。结果表明: 50 年来宁波平原水稻土有机质含量有了很大变化, 从 1958 年第一次土壤普查时的 27.8 g/kg, 上升到 1980 年第二次土壤普查时的 55.3 g/kg, 增加了 98.9%。但到 2008 年下降到 48.37 g/kg, 下降了 12.5%, 达显著水平。本文探讨了近 28 年来宁波平原土壤有机质下降的原因, 并提出了土壤有机质的调控措施。

关键词: 土壤有机质; 变化; 调控; 宁波平原

中图分类号: S153.6

土壤有机质不仅与土壤肥力直接相关, 而且是一个重要的碳库。近年来随着全球变化知识的普及, 土壤碳库与全球变化受到越来越多的关注^[1-3]。土壤有机质的变化在短时间内难以检测, 而且其含量也有较大的空间变化, 因此土壤有机质的变化往往需要在较大的空间尺度和较长的时间尺度上来体现。2008 年宁波市鄞州区根据浙江省人民政府《关于开展全省标准农田及粮食生产能力调查工作》的通知, 开展了标准农田地力调查与分等定级工作, 并对 50 年来宁波平原水稻土有机质变化及其调控措施进行了探讨。

1 研究区概况

宁波市鄞州区地处浙江东部沿海, 位于 121°08' ~ 121°54'E, 29°37' ~ 29°57'N 之间, 是宁波平原的主体部分。气候属北亚热带南缘季风区, 年平均温度 16℃, 年平均降水量 1555 mm, 年均雨日 174 天, 年均相对湿度 82.4%, 年蒸发量 894.4 mm。全年无霜期 238 天。全区现有耕地 32 267 hm², 其中水田 28 333 hm², 已建成标准农田 21 333 hm²。种植业以水稻为主, 是浙江

省商品粮基地之一。主要经济作物有蔺草、蔬菜及瓜类等。现有耕作制度有早稻-晚稻、蔺草-单季晚稻、麦-单季稻及蔬菜-单季晚稻等^[4]。

2 材料与方法

2.1 资料收集

1958 年土壤有机质数据来自宁波专区土壤普查土地规划办公室编《原宁波专区第一次土壤普查资料》(1974 年宁波地区农科所刊印); 1980 年土壤有机质数据来自鄞县土壤普查办公室编的第二次土壤普查资料《鄞县土壤志》。

2.2 土壤分类

为与全国第二次土壤普查土壤分类相一致, 本文对《原宁波专区第一次土壤普查资料》和《鄞县土壤志》中的土壤分类作了修订^[5]; 并按《中国土壤系统分类》^[6-7]列出了相应的土壤类别。

2.3 土壤采集和分析方法

土壤采集于 2008 年 3—4 月春耕生产翻耕前按《浙江省标准农田地力调查与分等定级技术规范》进行,

①基金项目: 农业部测土配方施肥项目(财农[2007]23 号)资助。

作者简介: 王斌(1978—), 男, 浙江省鄞州人, 农艺师, 主要从事土肥及作物栽培等农业技术推广应用工作。E-mail: nbwb78@hotmail.com

采用全球定位仪 (GPS) 技术, 记录采样点经纬度、村镇及农户姓名、土壤类型及耕层厚度、种植作物等。多点 (15 ~ 20 个) 采集耕层 (0 ~ 20 cm) 土壤, 混合后, 采用四分法, 留 1 kg 左右土壤带回室内供分析用。以不超过 33.3 hm² 为一个采样单元采集一个土样, 共采集土壤样品 536 个。土壤有机质含量分析方法为重铬酸钾容量法^[8]。

第一次土壤普查时鄞县属宁波市 (包括镇海县), 土样于 1958 年冬季至次年春耕生产翻耕前采集, 采样深度为实测耕层厚度, 土壤有机质含量分析方法除典型剖面为重铬酸钾容量法外, 其余均为重铬酸钾比色法^[8]。第二次土壤普查时鄞县已从宁波市划出, 土样

于 1980 年秋收后采集, 采样深度也为耕层, 土壤有机质含量分析方法均为重铬酸钾容量法^[8]。

2.4 数据处理

数据经 Excel 处理, 采用 SPSS17.0 软件进行统计分析。

3 结果和讨论

2008 年采集的 536 个土壤样品, 按全国第二次土壤普查土壤分类系统^[5], 分属淹育、潜育和脱潜等 3 个水稻土亚类和 5 个土种; 按中国土壤系统分类^[6-7], 分属筒育、铁聚和铁渗等 3 个水耕人为土土类和 5 个土系, 其中邱隘系和石碇系源于本区 (表 1), 因此本文研究的水稻土在长江三角洲有一定代表性。

表 1 宁波平原土壤分类

中国第二次土壤普查分类			中国土壤系统分类类别	土系
土种	土属	亚类		
黄斑青紫泥田	黄斑青紫泥田	脱潜水稻土	黏质伊利石型热性底潜铁聚水耕人为土	邱隘系
青紫泥田	青紫泥田	脱潜水稻土	黏质伊利石型热性底潜铁渗水耕人为土	吴山系
黄斑田	黄斑田	潜育水稻土	壤黏质伊利石型热性普通铁聚水耕人为土	七星系
洪积泥砂田	洪积泥砂田	潜育水稻土	黏壤质硅质混合型热性普通铁聚水耕人为土	丽阳系
江涂泥田	江涂泥田	淹育水稻土	壤黏质伊利石混合型热性普通筒育水耕人为土	石碇系

从表 2 可以看出, 50 年来本区稻田有机质含量有了很大变化, 有机质含量达到丰富水平 (≥ 30 g/kg) 的比例, 已由第一次土壤普查时 (1958 年) 的 37.9% 上升到第二次土壤普查时 (1980 年) 的 80.5% 和 2008 年的 91.5%, 而有机质含量达很丰富水平 (≥ 40 g/kg) 的比例也由 1958 年的 13.6% 上升到 1980 年的 69.4% 和 2008 年的 73.4%。可见宁波平原水稻土是全国有机质最丰富的土壤之一。

但从各样点有机质的绝对含量上来比较 (表 3), 由第一次土壤普查时 (1958 年) 的 27.8 g/kg 上升到了第二次土壤普查时 (1980 年) 的 55.3 g/kg, 增加了 98.9%, 其原因主要有 2 个方面。

表 2 宁波平原土壤有机质含量分级

级别	有机质 (g/kg)	1958 年 (%)	1980 年 (%)	2008 年 (%)
一级	>50	0.4		42.3
一级	40 ~ 50	13.2	69.4*	31.1
二级	30 ~ 40	24.3	11.1	18.1
三级	20 ~ 30	38.1	9.9	7.2
四级	10 ~ 20	24.0	9.0	1.1
五级	<10	-	0.6	0.2
合计		100	100	100

注: * 表示该比例 69.4% 包括 >50 g/kg 的土壤。

表 3 宁波平原土壤有机质含量 (g/kg) 的基本统计

土种	1958 年	1980 年	2008 年					
	平均值	平均值	样点数	平均值	与 1980 年比增减 (%)	标准差	最小值	最大值
黄斑青紫泥田	29.7	58.0	295	50.0**	-13.8	11.00	8.4	93.0
青紫泥田	31.3	57.1	111	52.1**	-8.8	11.83	29.5	83.5
黄斑田	33.3	61.3	24	52.8**	-13.9	10.22	26.8	78.3
洪积泥砂田	25.1	43.2	41	37.9*	-12.3	12.92	19.0	69.3
江涂泥田	17.7	43.4	65	34.0**	-21.7	7.70	17.0	51.2
小计	27.8	55.3	536	48.37**	-12.5	12.38	8.4	93.0

注: * 表示有机质含量比 1980 年有显著减少; ** 表示有机质含量比 1980 年有极显著减少。

(1) 投入稻田有机肥显著增加。据考证^[4], 1949 年紫云英鲜草产量仅 11 250 kg/hm², 1958 年推广阔坂深沟, 鲜草产量增至 22 500 kg/hm², 进入 60 年代推广以磷增氮, 鲜草产量增至 37 500 ~ 45 000 kg/hm²; 1962 年引入的绿萍, 至 1979 年放养面积达 6 750 hm²; 1965 年起人工养殖水花生, 至 1977 年面积达 2 400 hm², 鲜草产量达 187.5 t/hm²; 稻田的畜禽粪肥用量 1953 年仅 1 875 kg/hm², 1957 年为 3 375 kg/hm², 1966 年增至 8 400 kg/hm², 1974 年达 12 225 kg/hm²。

(2) 投入稻田化肥显著增加。建国初化肥用量很低, 1957 年稻田仅施标准 N 肥 57 kg/hm², P 肥 4.125 kg/hm², 以后化肥用量逐年增加, 至 1980 年稻田施标准 N 肥达 1 345.5 kg/hm², P 肥 280.5 kg/hm², K 肥 18 kg/hm²。化肥用量的增加不但使稻谷产量(早稻和晚稻, 不包括春粮和杂粮)由 1957 年 4 965 kg/hm² 增加到 1979 年 10 395 kg/hm²^[4], 从而还增加了稻草还田和稻根残留量, 而化肥施用后促进了土壤微生物和酶的活动, 也有利于土壤有机质的积累。

此外, 1958 年冬开展的平整土地运动, 也使第一次土壤普查的有机质含量偏低。

但 1980 年以来土壤有机质含量有所降低, 平均由 1980 年的 55.3 g/kg, 降至 2008 年的 48.37 g/kg, 降低了 12.5%。其原因主要有 3 个方面。

(1) 投入稻田有机肥减少, 表现为冬种绿肥面积减少。据考证^[4], 1980 年全区绿肥种植面积为 19 867 hm², 以后逐年减少, 到 2008 年仅 1 667 hm²。1982 年后已无人工放养绿萍和水花生。此外, 1980 年以后, 畜禽粪便施用也逐年减少, 随着农村城镇化、农民市民化, 农户养猪已基本绝迹, 而 1970 年全区户养生猪达 29.8 万头, 占总饲养量的 97.3%; 人粪曾是农民的抢手货, 现在不但宁波市老城区的人粪不再供应农村, 连农民自家的人粪也少有施用。

(2) 耕作制度的改变, 有些稻田由双季稻改为单季稻, 蔬菜瓜果等旱作种植面积不断扩大, 稻田改种旱作后, 土壤有机质的矿化作用增强, 促进了有机质的分解。

(3) 与平整土地有关, 在标准农田建设和土地整理过程中, 有些稻田进行了平整, 势必影响表土有机质的含量。

此外, 土壤性质也影响有机质的分解, 如水网平原的青紫泥田, 土质较黏, 内排水较差, 不利于有机质分解, 因此降幅最低, 仅 8.8%。而滨海平原的江涂泥田, 土质不如青紫泥田黏重, 排水良好, 因此有机质分解较快, 降幅达 21.7% (表 3 和表 4)。

表 4 宁波平原各土种有机质含量分级 (%) (2008 年)

土种	有机质含量 (g/kg)					
	≥60	≥50	≥40	≥30	≥20	<20
黄斑青紫泥田	18.6	29.2	35.9	12.3	3.7	0.3
青紫泥田	21.6	33.4	31.5	12.6	0.9	-
黄斑田	16.6	50.0	12.5	4.2	4.2	-
洪积泥砂田	4.9	12.2	21.9	29.2	24.4	7.2
江涂泥田	-	3.1	16.9	50.8	24.6	4.6

4 稻田有机质含量调控措施

针对本区稻田有机质含量变化现状, 应当采取下列调控措施, 使稻田有机质含量低的得以提高, 稻田有机质含量高的得以稳定。

4.1 冬种绿肥

本区历来有冬种绿肥(以紫云英为主)的习惯, 但自 20 世纪 70 年代起, 随着化肥施用量的增加和三熟制的推广, 绿肥面积逐年减少, 尤其是 20 世纪 90 年代由于人口以及建设用地的增加而引起的人均耕地面积减少, 光靠种植绿肥难以提高粮食单产, 再加上种植绿肥成本大、经济效益低, 因此到 2008 年全区绿肥种植面积仅有 1 667 hm²。针对本区这一实际, 拟在有机质含量低(≤20 g/kg)的稻田冬种绿肥, 以增加有机质含量。

4.2 秸秆还田

虽然早在 1999 年, 国家环境保护总局、农业部、财政部等六部委发布了《关于秸秆禁烧和综合利用管理办法的通知》^[9], 但露天焚烧秸秆屡禁不止, 为此, 拟采取以下措施: ①蔬菜残株及油菜秸秆: 因 C/N 比小, 易分解, 可直接还田; ②大小麦秸秆: 因 C/N 比大, 不易分解, 不能直接还田, 要堆腐后还田, 或作为造纸原料; ③早稻草: 应根据稻田有机质含量情况, 用秸秆快速腐熟剂处理后, 部分直接还田, 部分可移出稻田; ④单季稻和连作晚稻草: 可直接还田或覆盖在冬种作物上。

近年来, 农业废弃物生物黑炭转化还田, 作为一种增加土壤碳库并减少温室气体排放技术途径, 有广阔的应用前景, 值得进一步研究和开发^[10]。

4.3 推广施用商品有机肥

本区已有商品有机肥生产企业 3 家, 原料来自大型畜牧场, 年产商品有机肥 15 000 t。自 2007 年开始实施农业部《测土配方施肥》项目以来, 在全区范围内推广施用商品有机肥: 按各田畝有机质含量不同, 指导农户施用商品有机肥, 并给予财政补助, 以提高

农户施用商品有机肥的积极性。

4.4 推广“千斤万元”的种植模式

超级稻的育成和推广,为我国粮食安全提供了可靠的保障。本区除蔺草-晚稻这一传统的种植模式外,已出现了夏秋种植水稻,冬春种植蔬菜瓜类等经济作物,从而年亩产粮食超千斤,亩产值达万元的“千斤万元”新模式。如此的水旱轮作,既稳定了粮食生产,增加了农民收入,又能使土壤有机质含量维持在较高的水平,做到地力常新,值得推广应用。

致谢:本研究由各镇(乡)街道农技站协助采集土样,宁波市农业科学院进行土壤分析,浙江大学环境与资源学院厉仁安教授订正了土壤分类,谨致谢意!

参考文献:

- [1] 赵其国,史学正. 土壤资源概论. 北京:科学出版社,2007:479-515
- [2] 蔡祖聪. 中国稻田甲烷排放研究进展. 土壤,1999,31(5):266-299
- [3] 孙维侠,史学正,于东升. 土壤有机碳的剖面分布特征及其密度的估算方法研究. 土壤,2003,35(3):236-241
- [4] 鄞县地方志编撰委员会. 鄞县志. 北京:中华书局,1996:1-346
- [5] 浙江省土壤普查办公室. 浙江土壤. 杭州:浙江科学技术出版社,1994:55-82
- [6] 中国科学院南京土壤研究所土壤系统分类课题组,中国土壤系统分类课题研究协作组. 中国土壤系统分类检索. 合肥:中国科学技术大学出版社,2001
- [7] 章明奎,魏孝孚,厉仁安. 浙江省土系概论. 北京:中国农业科技出版社,2000:251-252
- [8] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析. 上海:上海科学技术出版社,1978:132-136,448-449
- [9] 国家环境保护总局、农业部、财政部等. 关于秸秆禁烧和综合利用管理办法的通知. 国务院公报,1999:660-661
- [10] 潘根兴,张阿凤,邹建文,李恋卿,张旭辉,郑金伟. 农业废弃物生物黑炭转化还田作为低碳农业途径的探讨. 生态与农村环境学报,2010,26(4):394-400