

盐渍土持续利用过程中土壤有机质演化的阶段特征*

郝晋珉

(中国农业大学资源和环境学院,北京 100094)

牛灵安

(邯郸市农业学校)

摘要:以曲周试验区为例研究了盐渍土改良和持续利用过程中,土壤有机质演化的阶段性特征。盐生植被的归还条件下,土壤有机质含量小于0.5%,甚至近乎贫瘠;开垦后,作物生物总产量增加,以根茬归还土壤,土壤有机质可维持在0.8%~0.9%;加大秸秆还田量,土壤有机质可提高并维持在1.0%~1.2%;农牧结合,以优质的有机物质归还土壤,使土壤有机质持续提高至1.5%左右。同时,研究了土壤肥力持续提高的系统培肥措施。

关键词:土壤有机质;土壤肥力;盐渍土

中图分类号: S153.621

盐渍土改良与持续利用是持续农业发展的一项重要工作。对盐渍土的治理改良已经有了大量的研究。本试验以曲周试验区为例,在长期盐渍土综合治理以及盐渍化改造区持续发展研究的基础上,重点研究了盐渍土改良和持续利用过程中,土壤肥力演化阶段性特征以及相应的土壤肥力持续提高的系统培肥措施。

1 盐渍土肥力演化规律及其阶段性特征

盐渍土是在综合自然条件的作用以及人类不合理利用下产生的一种低产土壤类型,肥力特征表现出“瘦、冷、死、板”,特别是土壤有机质含量水平的低下,是盐渍土肥力不高的主要因素。在旱、涝、碱、咸综合治理措施的总体控制下,提高土壤有机质含量,不仅是提高土壤肥力的重要手段,同时也是衡量土壤肥力水平以及盐渍土持续利用和持续农业发展的重要指标。长期的研究表明,盐渍土在改良和持续利用过程中,土壤有机质的演化表现出阶段性特征^[1]。

1.1 盐渍土荒地中的土壤肥力 在浅层咸水型盐渍化地区,由于地下、地面径流排水不畅,地下水位较高,加之浅层地下水矿化度高,在大气蒸发下盐分随水运动至地表,并不断积累,形成盐渍土。就曲周试验区而言,治理前这里地势低洼,排水不畅,地下水埋深在1~1.5 m,一遇涝年,水位上升至地表以上,且在长期的盐渍化表生地球化学环境作用下形成了分布广泛的深厚地下咸水或微咸水,矿化度一般在5~7 g·L⁻¹,高的可达11~16 g·L⁻¹。在干旱的气候条件下,蒸发远远大于降水,土壤长期处于积盐状态,形成了积盐程度较高的盐渍化土壤。“曲邑北乡一带,盐碱浮卤,几成废壤,民间赋税无出”(明朝崇贞年间曲周志),较为客观地描述了当地的实际情况^[2]。历史久远的土壤积盐过程,造成了当地荒地遍布,有的甚至寸草不生。土壤有机质多数在0.2%~0.5%之间(表1),有的土壤有机质含量几乎为零。在

收稿日期: 1995-03-20

* 国家自然科学基金资助项目

一些生长有植被的荒地上,植被为以碱蓬(*Suaeda* sp.)灰绿藜(*C. glaucum* L.)等为优势种的群落类型。由于这些植被生长量小,且年际和空间变异较大,难以为土壤腐殖质的形成提供足够的有机物;植物根系多为直根型,生物量小而分布较浅,土壤地下部分的有机物归还量也很小;同时由于植物生长环境恶劣,植物死亡时间较早,植物体死亡后的分解时间相对较长,所以很难形成大量的土壤腐殖质。

1.2 治理初期土壤肥力 盐碱荒地开垦后,土壤有机质含量在第一年都有不同程度的下降,主要是因为开垦后土壤通气性增加、温度升高,微生物活动加剧,土壤有机质分解过程加剧,而归还量不能满足分解的需要,所以土壤有机质出现下降的现象。提高土壤有机物的归还量,是提高土壤有机质的主要途径。随着作物生产水平的提高,不仅生物总量明显提高,而且地下根系生物量也明显地高于自然植被条件下的根系归还量。在燃料、饲料具缺的条件下,植物根茬成为主要的有机归还物。曲周试验区的研究表明:通过提高作物种植利用率及增加化肥施用量,提高作物生物总量,以根茬作为土壤有机物归还量,可以维持和提高土壤有机质含量,使土壤有机质从0.5%左右,提高至0.8%~0.9%。

据研究,华北平原在一般耕作条件下,维持土壤有机质在1%左右,每年每公顷耕层有机质消耗量为900 kg,为累积这900 kg有机质需要每年补充3 000 kg左右的有机物(作物生物产品)。从表2中可以看到:提高作物产量(生物总量)可以维持一定时段内,土壤有机质的消耗,并且在较低土壤有机质含量的条件下,保持和提高土壤有机质含量至0.8%~0.9%^[3]。

1.3 盐渍土改良的稳定阶段 土壤有机质达到0.8%~0.9%以后,单纯依赖作物根茬归还难以持续提高土壤有机质含量以及作物产量。

表3是曲周实验站长期定位试验的测定结果。从N,P配比试验几年的有机质变化可以看出,盐渍土单纯施加N,P化肥,在一定时期内由于保持了土壤中作物根茬的持续增长,因

表1 曲周试验区荒地土壤有机质含量

Table 1 Organic matter content in wastland of Quzhou experiment area

采样地点 Site	土壤有机质含量 % Soil organic matter	
	0~20 cm	20~40 cm
巨寨西 Danzai	0.45	0.23
李庄西 Lizhuang	0.66	0.55

表2 各观测区作物生物量 kg·hm⁻²

Table 2 Biomass production of different sites

生产力水平 Production level	地点 Site	总生物量 Total biomass	根茬 Root
高产水平 High	张庄北	22 689.1	2 928.10
	张庄南	20 312.8	2 325.00
中产水平 Middle	王庄东	22 562.8	2 504.10
	王庄西	16 252.5	1 971.00
低产水平 Low	付庄东	19 228.1	2 247.80
	付庄西	9 254.3	1 061.30

表3 不同N,P化肥配比对土壤有机质的影响

%

Table 3 Effects of chemical fertilizer on soil O. M.

年度 Year	处 理 Treatment								
	CK	N1	N2	P1	P2	N1P1	N1P2	N2P1	N2P2
1984	0.60	0.57	0.58	0.61	0.58	0.69	0.66	0.61	0.64
1989	0.72	0.83	0.88	0.85	0.83	0.91	0.92	0.90	0.90
1993	0.78	0.89	0.89	0.84	0.83	0.91	0.88	0.88	0.89

注: N1, 112.5 kg·hm⁻²(N); N2, 187.5 kg·hm⁻²(N); P1, 75.0 kg·hm⁻²(P₂O₅); P2, 150 kg·hm⁻²(P₂O₅)。下同。

而保持了土壤有机质含量的较增长速度,但达到一定水平后,不再增长,保持在 0.8%~0.9%的水平。故持续增加土壤有机质的积累,提高土壤肥力必须进一步增加有机物的归还量。表 4 是 N,P 配比结合秸秆施用试验的测定结果。

表 4 N,P 配比结合秸秆施用对有机质的影响 %
Table 4 Effects of chemical fertilizer with residues on soil O. M.

年度 Year	处 理 Treatment								
	CK	N1+秸 2	N2+秸 1	P1+秸 2	P2+秸 1	N1P1+秸 1	N1P2+秸 1	N2P1	N2P2+秸 2
1987	0.76	0.73	0.73	0.75	0.71	0.75	0.70	0.75	0.75
1990	0.87	0.98	0.92	1.01	0.88	0.94	0.89	0.95	1.04
1991	0.90	1.12	1.06	1.07	1.05	1.08	0.97	0.82	1.20
1993	0.87	1.21	1.06	1.08	1.07	1.03	1.08	0.90	1.26

注: 秸₁ 为 2 250 kg·hm⁻²; 秸₂ 为 4 500.00 kg·hm⁻²。

可以看出,施用秸秆可以使土壤有机质连续多年地增长,且可达到较高水平 1%~1.10%。大田的调查结果也同样表明了这一点(表 5)。

表 5 曲周试验区典型地块土壤有机质调查 1994-03
Table 5 Investigation of soil O. M. of typical sites in Quzhou experiment area

采样地点 Site	培肥方式 Fertilization method	土壤有机质 % Soil O. M. %
王庄南路东	化肥+秸秆,7年(小麦/棉花) Resides with chemical ferti. for 7 years (wheat/cotton)	1.14
李庄靶场东	化肥+秸秆,5年(小麦/棉花) Resides with chemical ferti. for 5 years (wheat/cotton)	1.07
张庄南	化肥+秸秆,10年(小麦/玉米) Resides with chemical ferti. for 10 years (Wheat/corn)	1.22
王庄南路西	化肥+秸秆,5年后,用人畜粪尿 2年(菜地/小麦) After 5 years fertilized with chemicals & residues, applied cattle & human manure for 2 years (vegetable/wheat)	1.24
张庄西	化肥+秸秆,5年后,用人畜粪便 5年(菜地) After 5 years fertilized with chemicals & residues, applied cattle and human manure for 5 years (vegetable)	1.43
李庄西	化肥+秸秆,2年后,施用人畜粪尿 8年(菜地) After 2 years fertilized with chemicals and residues, applied cattle and human manure for 8 years (vegetable)	1.53

1.4 土壤有机质持续提高阶段 在华北平原的自然条件下,依靠植物本身的自然归还或秸秆还田,土壤有机质仅能维持在一定的水平上。因为植物体本身易于为微生物分解,而腐殖化过程由于各种成份的比例不适,腐殖化系数不高。持续地提高土壤有机质需要有比较高质量的有机质归还于土壤,人畜粪便的施入将有助于这一目标的实现。从曲周试验区的实际情况看,施用一定年限的人畜粪便后,土壤有机质含量,呈现明显的提高(表 5)。

2 盐渍化地区土壤系统培肥

盐渍化地区土壤肥力的提高是多种因素综合作用的结果,任何单一的措施都不能达到

土壤肥力的持续提高。土壤培肥必须是一个系统性的工作,肥力的持续提高过程是一个系统过程。土壤培肥、有机质的提高过程,必须与盐渍化综合治理和持续发展过程相适应,培肥必须是系统培肥。

以曲周试验区为例,在自然和社会条件下,土壤肥力的重要衡量指标——土壤有机质含量,其积累过程,表现出的阶段性特征。它与整个区域的综合治理和持续发展阶段相适应。不同的发展阶段,表现出的生产与持续发展要求具有特殊性,土壤培肥措施系统亦表现出阶段的特殊性。而各阶段的培肥措施是相互衔接的整体系统。

2.1 改变基本条件 盐渍化土壤是多种因素综合作用的产物,旱、涝、碱、咸的综合为害,是综合治理的主要对象,土壤培肥也必须是在改变基本条件的基础上,才能有效的进行。为此进行盐碱地改造,首要的问题是建立强有力的农业工程系统包括:井(深浅机井组)、沟(深浅沟排水系统)、渠(地上、地下灌溉系统)、建(各种配套建筑物)、平(改造微地形)、田(建立适应田间运输和机械作业的方田)、路(合理的交通运输网)、林(乔灌结合的防护林带、林网;经济林果等)、草(牧草、绿肥等)、机(机械建设)、电(动力系统)、监(监测预报系统)^[4]。

将盐碱荒地,开垦为农田,将地下水水位控制在2 m以下,切断盐分上行的通路;冲洗压盐,使土体不断脱盐,控制或减轻盐碱的危害;除涝抗旱,改善作物生产条件。

2.2 提高土壤有机质含量 根据曲周试验区的研究与实践,提高土壤有机质含量,要根据治理的不同阶段以及土壤有机质演化的阶段性规律采取相应的措施。

2.2.1 脱盐——增加生物量总量 开垦初期,土壤盐分含量较高,限制了作物生长发育,遗留在土壤中的有机物较少;降低盐分含量,提高土壤生物产量归还,为本阶段的主要目标。

盐渍土荒地开垦后,由于含盐量较高,种植粮食作物很难取的较好的产量。种植绿肥牧草,如紫花苜蓿等,其较深的植物根系活动,促进土体脱盐,同时较快地增加有机质含量,种植两年后土壤有机质可提高到0.7%~0.8%。

2.2.2 扩大作物种植——根茬归还 开始种植农作物后,人工植被取代了自然的盐生植被,生物产量有了明显的增加,但单纯依靠土壤中的养分是不能维持作物产量提高的,必需施以一定量的化肥才能使其得以提高。靠增加人工植被的生物产量,来实现土壤有机质的含量的增加。但是,由于治理处在初期,农村经济比较薄弱,粮棉产量主要用以解决当地农民的温饱;而作物秸秆被用作燃料;作物地下部分的归还是土壤有机质消耗补偿的主要来源。提高种植利用率以及改善生产管理方式,在提高作物经济产量的同时,增加作物根茬的归还量,使土壤有机质的以补充,维持在0.8%~0.9%。

2.2.3 提高作物产量——秸秆还田 随着土壤脱盐的加深,盐碱危害趋于减轻,作物生长条件有较大的改善。第一性生产的提高是促进综合治理发展的主要内容,作物生产的生长,能够保证经济的较大增长。这时,一方面作物对土壤养分以及有机质的消耗量都大大增加,必须增大化肥的施用量,并采用适当的N,P配方加以补充;另一方面作物的经济产量和生物产量均有较大程度的提高。这不仅加快了农村经济的发展,而且为土壤有机质的积累提供了充足的新鲜有机物质。同时,农村经济的发展,农民收入明显提高,以煤作为燃料取代了燃烧秸秆,使得秸秆还田不仅具有可能性,而且具可行性。以作物秸秆的全部或大部直接还田并配合以适量的化学肥料,这些新鲜有机物质除满足补偿土壤消耗外,还略有节余,促进土壤有机质的积累使土壤有机质提高并维持在1.0%~1.2%。

2.2.4 农业综合发展——有机质持续提高 随着第一性生产的提高以及农村经济的发展,持续土地利用以及持续提高土壤肥力成为关注的要点。

①作物产量达到较高水平后,进一步增产难度较大,且超量的化肥投入不仅在经济上造成浪费,而且还造成地下水和环境的污染,同时,进入土壤的新鲜有机物质经过转化,矿化和腐殖化过程近乎平衡,土壤有机质的积累降低。

②从农业持续发展的角度出发,提高能量利用率,挖掘当地的资源潜力,是提高生态效益的重要目标。将各类农副产品,如秸秆等,加以重复利用,过腹还田,既为畜牧业发展提供了饲料,又为第一性产品开发,能量利用率提高找到了有效的途径;同时,极易分解的新鲜有机物质转换为结构优良的、有助于腐殖化过程的有机物质。

③粮食生产的增长已不能满足经济的增长要求,加速农村经济的发展,必须走农牧结合的道路,畜牧业的发展为土壤有机质的积累提供了优质的有机物质,将促进土壤有机质的进一步提高。

优质有机物质的施用,对于土壤有机质的积累起到了有力的促进,土壤有机质可进一步提高到 1.5%左右,这对于土地的持续利用,农村—农业的持续发展将起到重要的作用。

3 结论

盐渍化土壤治理过程是从盐碱荒地到持续利用的高产稳产土地的土壤熟化过程,肥力不断提高,呈现出阶段性特征。土壤有机质的积累和转化过程同样具有阶段性特征。

盐生植被的归还条件下,土壤有机质含量低下,小于 0.5%,甚至近乎贫瘠;开垦后,增加植物覆盖,提高作物生物总产量,以根茬归还土壤,土壤有机质维持在 0.8%~0.9%;秸秆还田,以无机换有机,可使土壤有机质提高并维持在 1.0%~1.2%;农牧结合,以优质的有机物质归还土壤,使土壤有机质持续提高至 1.5%左右。

土壤培肥措施要适应土壤有机质在盐渍化土壤条件下积累和演化的阶段性特点和农业—农村发展的阶段性。土壤有机质提高、土壤培肥措施以及土地持续利用和农业—农村发展,构成一个完整的系统。盐渍土治理与培肥过程实质是土壤有机质不断提高的过程。

参 考 文 献

- 1 郝晋珉,李维炯. 盐渍化肥力特征及其调控. 见:土壤肥力研究进展. 北京,中国科学技术出版社,1991
- 2 辛德惠,李维炯等. 浅层咸水型盐渍化低产地区综合治理与发展. 北京农业大学出版社,1991
- 3 Hao Jinmin, Niu Ling'an. Sustainable Management in Utilization of Salt-affected Soil. In: Proceedings of the International Workshop on Classification and Management of Arid-desert Soils. Beijing: China Science and Technology Press, 1993
- 4 郝晋珉,李维炯,黄仁安. 冀南地区盐碱地综合治理研究. 土壤通报,1993(增刊):45~47

Characteristics of Soil Organic Matter in the Process for Sustainable Use of Aalt-affected Soil in Quzhou Experiment Area

Hao Jinmin

(College of Resources and Environment, CAU, Beijing 100094)

Niu Linan

(Handan Agricultural School)

Abstract: In the process of amelioration for salt affected soil and its sustainable use in the Quzhou experiment area, the phasic characteristics of soil organic matter in the area were studied in this paper. In the condition of revert of the halophyte, the soil organic matter is less than 0.5%, the soil is even more poor. For the clearance soils, the crop biomass is increased, if the crop roots is returned to the soils, the organic matter kept 0.8%~0.9%. If the returned straw into the soil is increased, it can be increased the organic matter in the soil to 1.0%~1.2%. If the generous organic matter is returned to the soils, the soil organic matter can be risen to 1.5%. Finally, the authors proposed the systematic measure for improvement of soil fertility.

Key words: Soil organic matter; Soil fertility; Salt-affected soil