

# 用土壤胶体复合量表征培肥效果的探讨

董婉如 朱胤椿 洪世奇

(青海省农林科学院土肥所)

## 摘 要

土壤胶体复合量,特别是原土复合量、增值复合量和实际复合度是评价土壤肥力和培肥措施效果的指标,并可作为选择适宜培肥措施的依据。

土壤的本质在于肥力。用以表征肥力水平的指标很多。我们于1980—1986年间在青海高原西部柴达木盆地荒漠灌区及东部农田灌区,以绿肥、麦秆还田,生物培肥为主体的试验中,试图以土壤胶体复合量来表征培肥效果。

## 一、试验与方法

**(一)田间定位试验** 从1980年春,分别在柴达木盆地的南线、东缘、北线四大农场的低、中、高产量水平的砂质—粉砂壤耕灌棕钙土和高原东部耕灌栗钙土上进行。试验分:(1)单纯型,即三年四区和四年五区绿肥小麦轮作,或麦—麦秆还田。即绿肥—小麦—小麦—小麦—绿肥,或小麦—小麦(麦秆还田)—小麦(麦秆还田)—小麦(麦秆还田),二者均以连作为对照,无重复;(2)复合型。设5个处理:① 绿肥—麦秆还田交错区;② 麦秆还田区;③ 绿肥翻压区;④ 豆麦轮作区和⑤连作区,三次重复。

绿肥于盛花初荚期采用重耙就地切碎,机耕翻压;麦秆还田采用附粉碎装置的大型联合收割机一次性均匀喷撒还田,然后犁耕复土。而小区试验的绿肥及麦秆还田,采用人工切碎按处理量均匀分撒,犁耕翻理。

**(二)土壤有机无机复合量的测定** 采用超声分散—重液法<sup>[1,2]</sup>,有机碳量的测定用H.B丘林法。

## 二、结果与讨论

**(一)有机无机复合的数量表达** 土壤有机无机复合体是形成良好的土壤结构的基本条件。有机无机复合体的性质与数量,关系到土壤对肥、水保持和供给的能力,以及对土壤理化特性的改善程度。研究土壤有机无机复合体的数量,有助于评价各种农业措施的改土培肥效果。

关于土壤有机碳参与无机胶体粘粒的复合问题,目前有六种<sup>[1,3-5]</sup>表达形式:即原土复合度(DC%),增值(或追加)复合度(DAC%),原土复合量(QC%),增值(或追加)复合量(QAC%),实际复合度增值(QD%)以及复合系数(CC)。

原土复合度(DC%)是指腐殖物质与土壤无机部分复合的程度;增值(或追加)复合度(DAC%)是指培肥后增加的有机质中能与土壤矿质部分相结合的腐殖物质,其计算方法请参考文献<sup>[4,5]</sup>。它们都是强度因素,而无量的概念。不同类型和处理的土壤其本身有机质含量各异,而且各处理间有机质增值均不同,是一个变数,致使原土复合度和增值复合度用来比较各处理间的复合情况时失去了可比性(表1)。为此,我们采用原土复合量(QC%),增值复合量(QAC%)和实际复合度增值(QD%)的形式,其计算方法请参考文献<sup>[3,4]</sup>。

表1 土壤胶体复合的数量表达形式

样品编号	采样地点	产量水平	同处理有机质含量%	原土复合度(DC)%	增值复合度(DAC)%	原土复合量(QC)%	增值复合量(QAC)%	实际复合度增值(QD)%
(A <sub>1</sub> -44)9	香日德农场	低产区	0.71	89.0	74.8	0.37	0.05	16.02
(A <sub>1</sub> -44)24	诺木洪农场	中产区	1.08	88.1	80.7	0.55	0.06	10.10
(B <sub>1</sub> -48)15	香日德农场	高产区	1.22	74.2	49.7	0.53	0.02	3.65
(A <sub>1</sub> -44)37	东部农业区	高产区	1.52	85.5	137.5	0.75	0.07	8.33

(二)高寒地区有机无机复合量与肥力的关系 1. 土壤有机无机复合量与作物产量的关系。结果表明(表2、3和4),在高寒地区,无论是荒漠部分还是东部灌区,凡轮作,绿肥、麦秆还田或者绿肥—小麦秸秆交错处理,土壤有机无机复合量增减动态与土壤产量水平变迁是一致的。土壤原土复合量与作物产量间有明显的相关性( $r=0.7032^{**}$ ,  $t=4.53>t_{0.01}=2.83$ )。由于产量是反映土壤肥力最好的综合指标,因而,以原土复合量作为衡量肥力和培肥效果的指标亦是较为可信的。

表2 粮草轮作对土壤有机质与复合量的影响\*

产量类型	取样地点	产量(公斤/亩)		取样深度(cm)	Tr-OM(%)		CK-OM(%)		OM增率(%)	原土复合量(%)QC		增值复合量(%)QAC		实际复合度增值(%)	
		CK	Tr		分层	平均	分层	平均		分层	平均	分层	平均	分层	平均
		低产区	香农一大队		105	156	0-15	0.696		0.69	0.588	0.56	23.3	0.374	0.335
				15-35	0.683		0.532			0.296		0.059		19.1	
中产区	诺木洪农场	200	322	0-15	1.17	1.14	0.896	0.93	23.3	0.592	0.588	0.100	0.094	15.6	15.6
				15-35	1.12		0.961			0.583		0.089		15.6	
高产区	香农农科所	395	499	0-20	1.19		1.14		4.85	0.602		0.100		15.1	

注:CK—对照 Tr—处理 OM—有机质 CK产量是四年产量四年平均值,Tr产量是四年产量三年平均值,其中一年种植绿肥。

由表3还可看出,处于同一肥力水平的土壤,它们的增值复合量(QAC%)和实际复合度增值(QD%)的增大,与增产幅度(产量增率%)的趋势基本一致,其相关性检验极显著( $r=0.9256^{**}$ ,  $t=5.98>t_{0.01}=3.71$ )。

所以,在同一肥力水平的土壤上,QAC%和QD%是能够作为表征培肥效果和衡量培肥措施优劣的指标。

2. 土壤有机无机复合量与土壤有机质增值呈明显正相关。表3及表4中的资料说明,土壤培肥后实际复合度增值(%)与土壤有机质增率(%)密切相关( $r=0.8964^{**}$ ,  $t=7.84>t_{0.01}=2.95$ ),以及土壤增值复合量(%)与有机质增率(%)之间的相关系数达到差异极显著水准( $r=0.7726^{**}$ ,  $t=4.71>t_{0.01}=2.95$ )。不难看出,增值复合量和实际复合度增值反

表3 秸秆、绿肥还田对土壤有机质与复合量的影响\*

培肥类型	取样地点	产量 (公斤/亩)		取样深度 (cm)	Tr-OM (%)		CK-OM (%)	OM增率 (%)	原土复合量 QC (%)	增值复合量 QAC (%)	实际复合度 增值 QD (%)
		CK	Tr		分层	平均					
绿肥翻压	香日德农场	198	225	0-20	1.01	0.88	17.1	0.508	0.085	16.3	
秸秆还田	赛什克农场	197	228	0-20	1.66	1.39	19.4	0.875	0.168	20.8	
绿秸配合	德令哈农场	192	233	0-20	1.40	1.17	19.7	0.727	0.158	23.3	

\* 文中表格数据由董婉如、朱胤椿、魏显华同志分析、洪世奇同志参加了部分取样工作。

表4 不同培肥类型对产量、有机质和复合量的影响

培肥类型	取样地点	产量 (公/斤亩)		增产 (%)	取样深度 (cm)	Tr-OM (%)		CK-OM (%)		OM 增率 (%)	原土复合量 QC(%)		增值复合量 QAC(%)		实际复合度 增值 QD(%)	
		CK	Tr			分层	平均	分层	平均		分层	平均	分层	平均	分层	平均
		绿秸交错	西宁莫家泉湾			390	501	28.5	0-15 0-20		2.09 2.05	2.07	1.44 1.58	1.51	36.7	1.10 1.07
麦秸还田	西宁莫家泉湾	390	470	20.5	0-15 0-20	1.88 1.71	1.80	1.44 1.58	1.51	18.7	0.976 0.922	0.949	0.164 0.233	0.199	19.6 25.3	22.4
绿肥翻压	西宁莫家泉湾	390	466	19.6	0-15 0-20	1.58 1.69	1.63	1.44 1.58	1.51	7.94	0.852 0.877	0.865	0.041 0.181	0.115	4.93 20.3	12.6
豆麦轮作	西宁莫家泉湾	390	442	13.3	0-15 0-20	1.45 1.65	1.55	1.44 1.58	1.51	2.64	0.824 0.864	0.847	0.012 0.183	0.097	1.40 19.9	10.6

映了土壤有机质增加的强度和容量，从而间接地表征了培肥措施的效果。

3. 土壤的复合状况与土壤有机胶体的活性有关。由表5可见，15号土样的有机质含量虽高于9及24号土样，但前者的增值复合量和增值复合度以及实际复合度增值却低于后二者，说明15号土样的有机胶体已高度老化和低活性的，不利形成良好的土壤结构。可见，即使采用同一培肥措施，但由于土壤胶体活性不同，也会得到不同效果。

表5 轮作对土壤有机无机复合的影响

样品编号	采样地点	Tr-OM (%)	原土复合量 QC (%)	增值复合量 QAC (%)	增值复合度 QAC (%)	实际复合度增值 QD (%)
(A <sub>1</sub> -44)9	香日德农场	0.71	0.37	0.05	74.8	16.0
(A <sub>1</sub> -44)24	诺木洪农场	1.08	0.55	0.06	80.7	10.1
(A <sub>1</sub> -48)15	香日德农场	1.22	0.53	0.02	49.7	3.65

4. 复合量与培肥类型的评价。试验表明，在各种处理中以绿肥—秸秆混合翻压(QAC%0.158和QD%23.3)和绿肥—秸秆交错区(QAC%0.335和QD%37.8)土壤的复合增值程度最高，其下次序是麦秸还田>绿肥翻压，但它们都胜过豆麦轮作的培肥效果，这与反映在产量上的绿肥—秸秆交错>麦秸还田>绿肥翻压>豆麦轮作的顺序是一致的。

综上所述，可得到以下几点认识：1. 原土的土壤胶体复合量和同一肥力水平的土壤胶体的增值复合量，以及实际复合度增值与作物产量均呈明显相关；2. 土壤经培肥后，其有机质的增率与土壤胶体的增值复合量和实际复合度增值相关性极显著，但这种相关性是有条件的，

(下转第320页)

为 $\text{Na}^+$ (73—82%) $>$  $\text{Mg}^{++}$ (12.53—17.04%) $>$  $\text{K}^+$ (3.12—4.25%) $>$  $\text{Ca}^{++}$ (1.65—7.05%)，其总趋势与海涂盐分组成一致，但海水中 $\text{HCO}_3^-$ 相对含量较海涂中低，这可能与海涂的生物代谢活动有关。

### 三、闽南海涂的其他特性

#### (一)有机质及养分含量差异大

闽南海涂有机质地含量为0.02—3.03%，平均为1.15%，一般小于2.0%（占总剖面数的86%），有机质含量大于2.0%的海涂主要分务在云霄竹塔、漳浦霞美、厦门筭当、海沧、曾营等地。而厦门东南沿岸黄厝—厦大一鼓浪屿到龙海卓岐—漳浦古雷—东山东枕—诏安下傅沿岸的海洋型海涂有机质含量均小于0.2%，且小于0.08%的占大多数。闽南海涂养分含量差异也较大，全氮0.0031—0.176%，平均0.052%；全磷（ $\text{P}_2\text{O}_5$ ）0.009—0.136%，平均0.069%；全钾0.416—1.94%，平均1.37%；碱解氮平均21.3ppm，速效磷为11.1ppm，速效钾为624ppm。海涂有机质、养分含量高低与质地关系密切，一般说来，质地粘重、物理性粘粒含量愈高的海涂其有机质、养分含量愈高。据统计，有机物、全氮和全磷与小于0.01mm粘粒含量呈显著的正相关，相关系数分别为0.84\*\*、0.46\*\*和0.91\*\*，但全钾与小于0.01mm粘粒的含量相关不显著。

#### (二)碱性反应

由于受碱性海水长期浸渍的影响，海涂pH值一般呈碱性反应。闽南海涂的pH值一般大于8.0，最高者达9.27。经常受高矿化海水（如岛屿外缘）影响的海涂，其表层pH值较高，如东山半岛、古雷半岛及厦门东南沿岸的海涂的pH值大多在8.5以上。而时常受到淡水冲洗的海涂，其表层pH值较低，如同安东西溪及漳江入海口海涂pH值多低于8.0。这是由于陆源水流偏酸的缘故。

#### 参 考 文 献

- [1] 上海师范大学，中国自然地理，人民教育出版社，1980。
- [2] 河北师范大学等，普通自然地理，人民教育出版社，1978。
- [3] 孙湘平等，中国沿岸海洋水文气象概况，科学出版社，1981。
- [4] 福建农学院土化系，福建咸土的改良利用，福建人民出版社，1960。

---

（上接第316页）

相对而言的，3. 土壤胶体复合量特别是原土复合量、增值复合量和实际复合度增值都能作为评价土壤肥力和培肥措施效果的指标，并可作为选择适宜培肥措施的依据。

#### 参 考 文 献

- [1] 金维续等，探头超声处理——分离土壤有机无机复合体的研究，土壤肥料，第1期，1982。
- [2] 傅积平等，土壤有机无机复合度测定法，土壤肥料，第4期，40—42页，1978。
- [3] 熊毅，土壤有机无机复合VI，有机无机复合体的剖析研究，土壤农化参考资料，第6期，1—12页，1975。
- [4] 熊毅，有机无机复合与土壤肥力。土壤，14卷，5期161—167页，1982。
- [5] 傅积平、张敬森，绿肥对粘质淤土及其复合胶体性质的影响。土壤学报15(1)，83—92页，1978。