

# 田间测定植物残体分解速率的砂滤管法\*

林心雄 程励励 徐 宁 文启孝

(中国科学院南京土壤研究所)

植物残体的分解速率,是评价植物残体在保持和改善土壤有机质状况方面的作用,以及估计土壤对农业废物的处理能力等方面所必需的资料。它决定于植物物质的化学组成和分解的环境条件,因此欲获得这方面可靠的资料,试验条件必须尽可能逼近田间实际情况。早期有关这方面用非标记物料的实验室研究,其水热状况与田间迥异;用塑料纱袋法在田间条件下进行测定,又受到植物根系和土壤动物等的严重干扰。Jenny 曾用铁管法研究苜蓿在不同气候条件下的分解速率<sup>[4]</sup>,该法既不同程度地存在同样的问题,而且铁管在土壤中易被腐蚀,管壁旁侧也不能透水透气。1963 年以来, Jenkinson 等利用示踪技术,将定量的标记植物物料与土壤混匀后,装入聚乙烯管(直径 9 厘米,高 14 厘米)内,然后将管埋入田间表土,研究植物物质在不同轮作、气候条件下的分解率<sup>[2,3]</sup>。这种方法具有很多突出的优点,首先,采用高放射性比强的植物物料时,植物物质的加入量可以更接近于田间实际用量;同时也可以直接采用有机质含量较高的表土进行试验。其次,它可以追踪较长时期内植物物质的分解情况。第三,它不受植物根和土壤动物的干扰。但是,该法需要昂贵的仪器设备,同时物料的标记费时而困难,因而妨碍其普遍采用。

1964 年蔡道基曾用砂滤管测定稻草等的分解速率。近几年,我们对该法的测试条件进行了一些试验,并用该法研究非标记植物残体的分解速率,得到了较为满意的结果。本法不需要特殊的仪器设备,所用的砂滤管能透水透气,又能阻止细根和土壤颗粒透过。现将该法的测试条件及试验结果报告如下。

## 一、方 法

### (一) 砂滤管

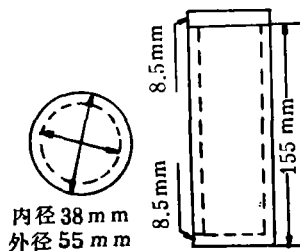


图 1 砂滤管的规格

Fig. 1 Dimension of carborundum tube used for decomposition studies

\* 参加本项工作的还有吴顺龄同志。

试验用砂滤管由金刚砂烧制而成,其大小为:内径 $\times$ 高=38 $\times$ 155mm(图1),管壁厚8.5mm多孔,孔隙大小以140 $\mu$  $\times$ 70 $\mu$ 为主\*,能透水透气,新管每分钟透水量为150毫升,但不会透入植物细根。

## (二) 物料

供试植物物料均经50 $^{\circ}$ C低温烘干,然后用粉碎机磨细过40孔筛后备用。土壤样品经风干磨细通过20孔筛后备用。

## (三) 操作手续

称取供试土壤100克(相当于烘干重),与一定量的植物物质混匀(折合成无水干重),装入砂滤管内,加盖,用塑料胶布封口。另设不加植物物质的空白处理。每个处理均三次重复。将砂滤管垂直埋入田间试验地的表土层内,上面覆土厚约5厘米。布置试验时,如田间土壤表层的水分含量在饱和含水量以下,埋管后需用土壤悬液喷浇砂滤管以接种。此后,根据试验设计,定期取出砂滤管,将管内样品于50 $^{\circ}$ C下烘干、磨细并通过60孔筛后供分析用。

有机碳用丘林法测定。

# 二、结 果

## (一) 管内的水热状况

水热条件对植物残体的分解有重大的影响。本法中的供试土壤和植物物料与田间土壤完全隔开,然而在水田条件下,由于管壁多孔,土壤又经常处于渍水状况,因而管内和管外土壤的水热条件可能没有什么差别。但在旱地条件下,管壁对水分和热量传递所产生的影响,将导致管内外土壤的水热条件出现某些差异。图2为土壤由湿变干的过程中管

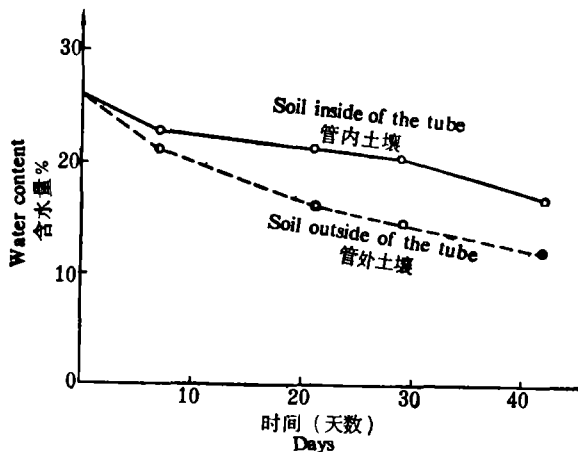


图2 管内外土壤的水分含量变化(1978年4月)

Fig. 2 Variation of water content of soils inside and outside of the tube (Apr. 1978)

\* 由本所电镜室测定。

内外土壤的水分含量变化。从图 2 可见,当土壤含水量在 23% 以上,接近田间持水量时,管内外土壤的含水量非常接近;低于此值时,管内土壤的水分含量常高于管外土壤,估计在相反的情况下,即当管外土壤由干到湿的过程时,管内的水分含量将低于管外土壤。

根据三次土壤由湿变干过程中(每次观测 31—33 天,分别在初春、初夏和夏末进行)的观测结果,虽然管内土壤含水量常较管外土壤为多,但管内土壤温度恒较管外土壤高 0.1—0.6℃,平均约高 0.3℃。已经知道,同一土壤在不同年份和不同耕作下,其水热状况也会有一定变异。看来,采用砂滤管法腐解时,在旱地条件下,其水热条件与田间土壤虽不完全相同,但可认为仍比较接近。

## (二) 土壤性质的影响

土壤性质是影响植物残体分解的重要因素之一。在腐解试验中,供试土壤自然应以当地的表土为宜,但表土的有机质含量一般常较高,由于本法采用的是非标记物料,其分解速率均用差异法求得,因而供试土壤有机质含量的高低,将直接影响测定结果的准确性。当植物物料的加入量较低时(2.5% 以下),如供试土壤有机质的含量较高,则用丘林法求得的结果准确性将较低,而必须用湿烧法,以提高结果的准确性。如供试土壤有机质含量更高,甚至用湿烧法也不能得到准确的结果。

表 1 土壤性质对腐殖化系数的影响

Table 1 Humification coefficient of plant residues in relation to soil properties

物料 Material	腐殖化系数 Humification coefficient	
	表土* Surface soil	底土** Subsoil
绿萍 Azolla	0.41	0.43
水葫芦 Common water hyacinth	0.22	0.24
稻草 Rice straw	0.24	0.23
紫云英 Milk vetch	0.14	0.18

\* 有机质含量 O.M. 1.19%

粘粒含量 Clay 24.0%

\*\* 有机质含量 O.M. 0.16%

粘粒含量 Clay 34.5%

但用底土作为供试土壤时,不但其有机质含量很低,而且其粘粒含量往往较高。一些研究者认为,粘粒含量愈多,腐殖化系数愈高;有机质含量多或很少,同样具有减缓植物残体的分解作用<sup>[2]</sup>。表 1 的结果表明,底土和表土相比,在有机质含量很低而粘粒含量较高的底土中,植物残体的腐殖化系数大多较高,相差的幅度因物料而异。可能,为了提高结果的准确性,不用表土而用底土作为供试土壤时,所测定的植物残体的腐殖化系数将略高。

## (三) 植物物质的加入量

在农业实践中,绿肥、蒿秆等的施用量,一般仅约为 0.1% (占土重的百分数)左右。在

分解速率的测定中,如用通常的化学方法,按这样的加量,除了某些长期试验外,显然不可能得到任何可靠的资料,即使将植物物料的加量提高到 2.5%,正如上述,也仍然存在着一一些问题,或者结果的准确性不够(在供试的土壤有机质含量高或试验的持续时间更长时);或者结果偏高(采用有机质含量很低的土壤作为供试土壤时)。解决的办法之一,是继续提高供试物料的加入量。

但是,加入量过大,可能对物料的分解特征产生影响。Allison 等根据实验室条件下的试验结果认为,当加入量在 3.5—4.0% (即 100 克土中加入 1.5 克植物碳) 以内、分解时间在 3—6 个月以上时,物料的分解量与加入量无关;超过此数值时,分解速度将随加入量的增大而变慢<sup>[6]</sup>。加入量过大时分解速度变慢的原因较多,包括有毒物质的积聚等,但一般认为主要的是由于氮素不足所致。例如,最近 Broadbent 等根据实验室培育试验的结果指出,当用硫酸调节稻草 C/N 比值在 25.4 以下、稻草的加入量在 8% 以内,分解时间在 60 天以上时,分解速率与加入量无关<sup>[5]</sup>。

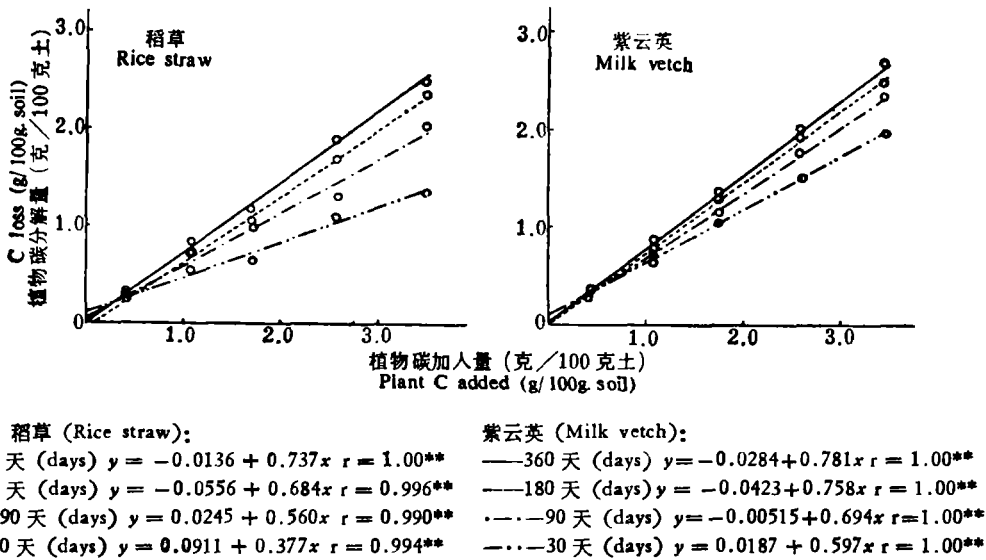


图 3 植物物质加入量与分解量的关系

Fig. 3 Total cumulative C loss as a function of plant C added in different decomposition period

在田间条件下,管外的土壤溶液中,含有一定量的矿质态氮,如管内外土壤溶液中的物质能互相随水分的移动而移动,则管外土壤不仅可提供管内的物料以相当的氮素,且可降低管内有有毒物质的积聚。这样将可保证在较大加入量时,物料的分解特征仍不受影响。水田条件即接近于这种情况。图 3 为水田条件下不同植物物料加量的试验结果。由图 3 可见,在加量 1—8% 范围内,不但紫云英 (C/N 15.0) 的分解量与其加入量呈极显著的线性相关;即使是 C/N 比值为 49.0 的稻草,其分解量与加入量的相关性也达到很显著的水准 ( $P < 0.01$ ),且随着分解期的加长,相关性越好。这表明在水田条件下,管外土壤中的矿质态氮量,能满足管内加量为 8% 的稻草分解时的需要。

另一组试验的结果也支持上述的结论。在该试验中,将不同加入量的稻草,分别用硫酸调节其 C/N 比值为 7.3,然后置于田间水田条件下腐解,同时以不加硫酸的稻草作为对

照,为了比较,也用紫云英进行了补加和不补加硫铵的对比。结果表明,在试验条件下,当加量为 8% 时,补加硫铵并不对稻草和紫云英的分解速率产生影响(表 2)。

表 2 氮对植物物质分解量的影响

Table 2 Effect of nitrogen on the decomposition rate of plant residues

物料 Material	植物物料加量 (%) (克,碳) Plant material added (%) (g.C)	硫铵加量 (克) Ammonium sulfate added (g)	植物碳分解量(克) Loss of plant carbon (g)		
			30 天 (Days)	90 天 (Days)	360 天 (Days)
稻 草 Rice straw	2.5 1.08	0.125	0.521	0.668	0.823
		0	0.556	0.667	0.799
	4.0 1.73	0.200	0.797	1.13	1.29
		0	0.674	1.01	1.24
	8.0 3.46	0.400	1.33	2.00	2.51
		0	1.39	2.06	2.52
紫云英 Milk vetch	2.5 1.07	0.125	0.635	0.743	0.819
		0	0.634	0.737	0.816
	4.0 1.72	0.200	1.11	1.29	1.34
		0	1.07	1.16	1.28
	8.0 3.44	0.400	2.14	2.38	2.60
		0	2.05	2.39	2.67

根据上述试验结果,看来,在一些较长期(半年以上)的试验中,为了提高结果的准确性,可以将物料的加量提高到 8%。加量为 8% 时,在田间水田条件下,无论 C/N 比值较小或较大的物料,均不需补加氮素;而在田间旱地条件下,对于 C/N 比值较大的物料,根据文献资料,补加氮素可能仍是必需的。

#### (四) 方法的准确度

根据以土壤有机质含量很低的底土作为供试土样,物料的加入量为 <8.0% 所做的 228 次不同时期的测定结果统计,各处理间残留碳百分含量的最小显著差为: 0.024% (L.S.D.<sub>0.05</sub>) 和 0.031% (L.S.D.<sub>0.01</sub>)。

### 三、结 语

以非标记植物残体作为供试物料,采用砂滤管法测定其分解速率,能避免由于植物根系等的干扰所引起的误差,且其分解条件仍较逼近田间实际。

用本法测定植物残体分解速率时,如用有机质含量很低的底土为供试土壤,则植物残体的加入量为 2.5% 即可。所得结果虽略偏高,但可作比较研究用。如用有机质含量一般的土壤为供试土壤,则植物残体的加入量须增大为 8%,才能保证结果的准确性。如供

试土壤的有机质含量较高,为了提高结果的准确性,甚至更需改用湿烧法定碳。

在田间水田条件下,即使是 C/N 比值较大的植物残体,当其加入量在 8% 以内时,也不需补加氮素。

本法所需设备简单,操作容易快速,供试物料来源方便,适宜于大量测定各种植物残体在不同土壤条件下的分解速率等用。

### 参 考 文 献

- [1] Jenkinson, D. S., 1977: Studies on the decomposition of plant material in soil IV. The effect of rate of addition. *J. Soil Sci.*, 28: 417—423.
- [2] Jenkinson, D. S., 1977: Studies on the decomposition of plant material in soil V. The effects of plant cover and type on the loss of C from  $^{14}\text{C}$  labelled ryegrass decomposing under field conditions. *Ibid.*, 28: 424—434.
- [3] Jenkinson, D. S. and Ayanaba, A., 1977: Decomposition of  $^{14}\text{C}$  labelled plant material under tropical conditions. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 41: 912—915.
- [4] Jenny, H., Gessel, S. P. and Bingham, F. T., 1949: Comparative study of decomposition rates of organic matter in temperate and tropical regions. *Soil Sci.*, 68: 419—432.
- [5] Pal, D. and Broadbent, F. E., 1975: Kinetics of rice straw decomposition in soils. *J. of Environment Quality* V4: 256—260.
- [6] Pinck, L. A. and Allison, F. E., 1951: Maintenance of soil organic matter III. Influence of green manures on the release of native soil carbon. *Soil Sci.*, 71: 67—75.

## THE APPLICATION OF CARBORUNDUM TUBE FOR THE DETERMINATION OF DECOMPOSITION RATE OF PLANT RESIDUES UNDER FIELD CONDITIONS

Lin Xin-xiong, Cheng Li-li, Xu Ning and Wen Qi-xiao  
(*Institute of Soil Science, Academia Sinica, Nanjing*)

### Summary

Interference by living plant roots is usually found in decomposition studies with no labelled plant materials carried out under field conditions. It has been found that this interference can be completely eliminated by using porous carborundum tubes with pore size, mainly of  $140\ \mu \times 70\ \mu$ , as the containers for soil and plant material being examined, and the hydro-thermal conditions of the soil inside the tube was identical with or approximate to that outside the tube under submerged and upland conditions respectively.

Since it was found that the proportion of addition of plant material within the range of 1—8% of soil didn't affect their decomposition rate under submerged conditions, it is recommended that, in decomposition studies with soils containing 1—2% organic matter, 8% plant materials may be added in order to obtain more reliable results.