

用 ^{14}C 示踪法研究植物残体在田间的分解速率

车玉萍 林心雄 程励励 李 忠

(中国科学院南京土壤研究所)

研究植物残体在田间条件下的分解速率以及土壤有机质含量的动态变化,目前最常用的方法是砂滤管法^[1]和尼龙袋法^[2]。这两种方法各有其优缺点,前者透水透气性好,不易破损,并能阻挡植物根系的进入,但因对管内外水分移动所产生滞后效应,特别是在干旱、半干旱地区的旱地上,这种影响尤为明显。尼龙袋法的优点是操作简易又便于携带,袋内水分的动态更逼近田间实际情况,其不足之处在于部分杂草的根系和土壤小动物易通过尼龙袋的纤维细孔进入袋内,导致测定的碳量偏高,而且植物残体的加入量小而供试土壤的有机质含量较高时,测定结果的误差往往较大。

本世纪的60年代,示踪技术广泛应用于研究植物残体在田间和实验室条件下的分解速率,从而解决了上述方法所无法解决的困难。 ^{14}C 示踪法的优点是:(1)可以用表土作为标记植物残体分解试验的供试土壤;(2)供试的植物残体的加入量可以接近田间实际的进入量;(3)可以在根系和土壤动物的参与下进行腐解试验;(4)采用高比度的 ^{14}C 标记物料,可以追踪土壤中植物残体腐解10年或更长时间的转化过程。

一、设备和试剂

(一)塑料筒 由硬质塑料管制成内径 $\times$ 高=100 $\times$ 170mm的两端开口塑料筒若干只(图1)。

(二)砂滤管 用金刚砂加工制成的砂滤管,内径 $\times$ 高=38 $\times$ 65mm,壁厚为8.5mm,孔隙以140 $\times$ 70 μm 为主(图2)。

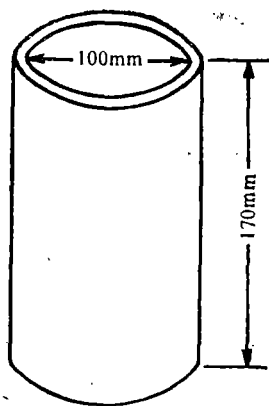


图1 塑料筒规格

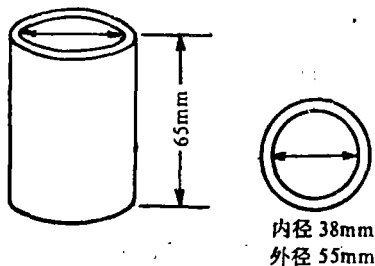


图2 砂滤管规格

(三) 40目的封口尼龙网布。

(四) 封口塑料胶带。

(五) 由铬酸(CrO_3)、硫酸(H_2SO_4)和磷酸(H_3PO_4)配制而成的混合消煮液^[3]。

(六) 闪烁液^[3]。

二、方 法

定量的 ^{14}C 标记植物残体与定量的供试土壤混合均匀后, 装入塑料筒(或砂滤管)中, 用尼龙网布封口后, 将筒(或管)埋入田间表土层内进行腐解试验。经一定时间分解后, 取出供试样品, 用简易湿烧法^[3]测定总碳量及 ^{14}C 残留量。

具体操作步骤如下:

(一) 供试样品的准备

1. ^{14}C 标记植物残体 选定的植物在生长室内按预定的标记比度定期地充入定量的 $^{14}\text{CO}_2$ 气体供植物吸收, 在植物整个生长期, $^{14}\text{CO}_2$ 的比度维持在较恒定的范围内, 当植物生长达到所需的生育时期即可采样。标记好的植株可按试验需要, 采用全株或不同器官进行处理, 并将植物样品放入专用烘箱在低温(约 50°C) 条件下烘干。烘干样品在安全操作箱(图3—B)内用高速粉碎机磨碎备用。

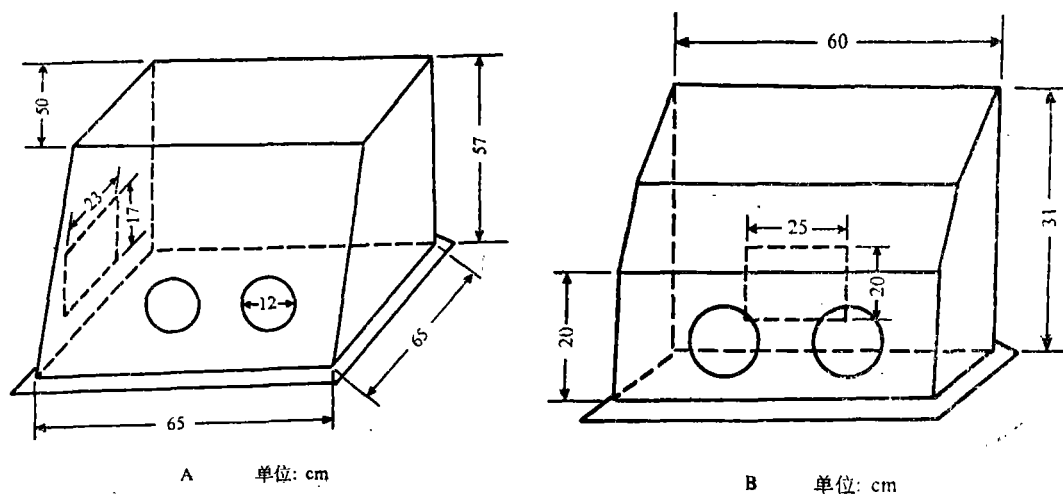


图 3 安全操作箱及其尺寸

2. 供试土壤处理 将供试土壤的表土, 经风干、挑根、磨细、过20目筛, 备用。

(二) 装砂滤管方法

1. 用1/10天平称取相当于60—80克(视土壤比重而定)干土重的供试土壤若干份, 分别置入小塑料袋中。

2. 在安全操作箱(图3—A)内用1/10000天平准确称取 ^{14}C 植物残体, 其称量相当于供试土壤重量的0.15%, 然后装入内含供试土壤的小塑料袋内, 袋口用橡皮筋扎好。

3. 用10毫升注射针筒往装有 ^{14}C 植物残体和供试土壤的塑料袋内, 注入约8毫升水, 袋壁上针眼用一小块不干胶纸片封住。

4. 塑料袋内的¹⁴C标记植物残体与供试土壤充分混匀。然后慢慢倒入一端已用尼龙网布封口的砂滤管内,用样品匙轻轻压紧,使所有的试验样品全部置入管内。用一尼龙网片将砂滤管口盖上,再用塑料胶带将尼龙网片与砂滤管封住,并用红漆在砂滤管上编号。

(三) 装塑料筒的方法

1. 称取相当于1000克干重的供试土壤,用上述方法称入1.5克¹⁴C标记植物残体,注入大约100毫升水,然后将¹⁴C植物残体与土壤充分混匀。

2. 将混匀的样品装入下端已用透气性良好的尼龙网布封底的塑料筒内,筒内土表用一块略大于塑料筒内径的尼龙网布盖上,以防异物落入。

(四) 埋筒(管)

1. 根据砂滤管的数量,选用适当大小并已作好标记的田块埋管,一般每平方米可布置100—150只砂滤管。

2. 按照试验要求,将砂滤管分批埋入表土层中,并覆盖5厘米左右的表土即可,然后用试验地表土制成的悬浮液泼浇埋管地段,以达到接种的目的。

3. 塑料筒的埋置方法与砂滤管不同,装有试验样品的塑料筒埋入田间表土中,埋入深度保持筒内土面与筒外土面相平,筒口上沿高出地表约10厘米。

(五) 采样

1. 砂滤管的采集

a. 根据试验要求,按期取出砂滤管,将砂滤管外部粘结的泥土抹干净后,立即装入塑料袋中带回化验室。

b. 将砂滤管一端的封口尼龙网片扯掉后,按照号码整齐地排列到一只干净的搪瓷盘中,将搪瓷盘连同砂滤管一起置入专用烘箱内于50℃下烘干。

c. 在通风柜中将上述烘干样品从管内取出后,在安全操作箱内用高速粉碎机磨细待分析。

2. 塑料筒的采样

a. 采样时将塑料筒内的土样轻轻地全部倒入一只干净塑料袋内,待水分挥发至适宜采样时,封好塑料袋口,充分混匀后作多点取样,每次采样量约100克左右,剩下的土样装回塑料筒内继续进行田间腐解试验。

b. 采集的试验样品经50℃烘干后,在安全操作箱内磨细待分析。

表1 同一¹⁴C标记植物残体用砂滤管法和塑料筒法所测定的分解量(占加入¹⁴C量的百分数;封丘田间)

方 法	植物残体	¹⁴ C 分解量%			
		水 田		旱 地	
		一年	二年	一年	二年
砂 滤 管 法	¹⁴ C—稻草	64.9	77.9	68.6	80.6
	¹⁴ C—稻根	48.2	70.0	56.1	70.5
塑 料 筒 法	¹⁴ C—稻草	71.6	80.0	72.7	80.1
	¹⁴ C—稻根	52.1	64.6	58.6	68.9

同一¹⁴C标记植物残体在砂滤管和塑料筒内的分解状况列于表1。结果显示,无论在水田还是旱地,两种方法测出的¹⁴C标记植物残体的分解量,除个别相差5%外,多数结果都很接近。

(六) 全碳及¹⁴C测定

1. 全碳的测定 在分析天平上称取经60℃烘干的腐解样品1.0克,用H₂SO₄和H₃PO₄的铬酸(CrO₃)液消煮,释放出的CO₂吸收在5毫升1mol/L NaOH溶液中,一定量的吸收液加BaCl₂后,用HCl标准液滴定剩余的NaOH^[3]。

2. ¹⁴C放射性比度的测定 称样和氧化消煮过程同全碳测定,改用乙醇胺作¹⁴CO₂吸

(下转第164页)

升(吸取深度为2 cm)分别洗入小烧杯中,烘干称重,然后重新把粘粒再搅拌分散,重复以上步骤,直至最后一级。最后按下式计算各级粘粒百分含量;

粗粘粒(I)($2-0.6\mu\text{m}$)=粘粒总量(吸管法中已得到)- $<0.6\mu\text{m}$ 重量;

粗粘粒(II)($0.6-0.2\mu\text{m}$)= $<0.6\mu\text{m}-<0.2\mu\text{m}$ 的重量。其余的依次类推,把粘粒细分成5级。

六、结 束 语

本方法可根据研究者的工作要求作适当修改,如颗粒分级系统、化学预处理中是否去有机质、是否去铁锰氧化物等。此外,量筒中余下的样品还可直接按计算时间,吸出100毫升粘粒作为鉴定土壤粘土矿物用。(参考文献略)

(上接第161页)

收剂,待加入闪烁液静置19—24小时后,在液体闪烁仪上计数^[3]。

如果待测样中¹⁴C的比度较高,也可从全碳测定的NaOH吸收液中吸取0.1毫升测定¹⁴C的比度。

(七) 结果计算

1. 土壤中¹⁴C的残留量的计算

即¹⁴C植物残体在土壤中经过一段时间分解后的¹⁴C残留量占加入¹⁴C量的百分数(¹⁴C)。

$$^{14}\text{C}\% = \frac{S \times W_2}{A \times W_2 \times 60000} \times 100$$

式中: A—加入¹⁴C植物残体的总蜕变数(KBq); W₁—腐解待测样品称样量(克); S—腐解待测样品的¹⁴C净蜕变数(d.p.m); 60000—d.p.m 换算成KBq的系数; W₂—腐解样品的总重量(克)。

2. 土壤中¹⁴C植物残体的分解量(¹⁴C₂%)的计算

$$^{14}\text{C}_2\% = \frac{B_1 - B_0}{B_1} \times 100$$

式中: B₁—加入¹⁴C植物残体的总蜕变数(KBq); B₀—腐解样品¹⁴C的总蜕变数(KBq);

3. 土壤中¹²C的分解量(%)的计算

$$^{12}\text{C}\% = \frac{C_5 - C_3 - C_4}{C_5} \times 100$$

式中: C₃—腐解样品中的(¹⁴C+¹²C)总量(克); C₄—腐解样品中残留¹⁴C总量(克); C₅—供试土壤起始时的C总量(克)。

参 考 文 献

- [1]林心雄等,田间测定植物残体分解速率的砂滤管法,土壤学报,第18卷,第1期,99—102页,1981。
- [2]林心雄等,干旱和半干旱地区测定有机物分解速率的尼龙袋法,土壤,第24卷,第6期,315—318页,1992。
- [3]车玉萍,测定土壤和植物物质中¹²C和¹⁴C的简易湿烧法,土壤,第24卷,第2期,110—112页,1992。