

土壤有机质：18 个基本术语

特别说明：

土壤有机质的构成极其复杂，所有分类都是基于分离操作，而不是按化合物本质精确分类，各种成分、分类之间很难有清晰的边界。

1. 土壤有机质 (SOM)：

SOM 是一种混合物，包括：在不同分解阶段的植物和动物残留物、由分解产物经微生物和/或化学又合成的新物质、活的和死的微生物及其分解残留物。

SOM 一般不含土壤中未腐烂植物和动物残留物的部分。

有时，在更广义上，SOM 包括土壤中存在的全部机物质(有生命的和无生命的)的整体，也包括有生命的微生物和未腐烂的残留物。

有时，在更狭义上，SOM 和腐殖质这两个术语经常是同义词。“腐烂”是指土壤中的动植物残体已经不可见原有的组织结构。

在矿质土壤中，SOM 通常分为四类：

轻质组分(LF)、微生物生物量、溶解有机质(DOM)和稳定腐殖质。

按照惯例，用于分析的土壤样品必须经过风干、粉碎和筛分至 2mm。按照常规方法，对 2mm 厚的材料进行了化学、物理和矿物学分析。因此，SOM 只包括那些与土壤颗粒一起通过 2mm 筛的有机物质。

土壤有机质 (SOM) 由于其输入(如植物组织、微生物、动物)的多样性及其分解阶段的不同而极为复杂。

SOM 是陆地上最大的有机碳库，是所有必需营养物质的大型仓库，是聚集体形成和稳定的重要因素。

2. SOM-轻组分(LF)：

土壤中在密度在 1.6 克/立方厘米到 2.0 克/立方厘米液体中漂浮的物质，由部分分解的植物残留物组成。

在农业土壤中，轻组分通常只贡献总 SOM 的几个百分点。在显微镜下，大部轻组仍被认为是植物凋落物。

微生物生物量和轻组分被许多研究人员称为不稳定或活性的 SOM 组分，是

SOM 中高度动态、快速循环的组分，负责为植物生长提供大部分营养物质。分解周期数周到数月。

3. 溶解性有机质 (DOM):

可溶性有机物质 (DOM) 指通过 $0.45\ \mu\text{m}$ 筛孔且能溶解于水、酸、碱或盐溶液，不同大小和结构的有机分子混合体。

DOM 是成分复杂、来源广泛的混合物既包括低分子量的有机酸、氨基酸、糖类，又包括大分子腐植酸、黄腐酸、多酚、氨基糖等。

DOM 在陆地和水生生态系统中普遍存在，其主要来源于地面凋落物、根系分泌物、土壤腐殖质、土壤微生物生物量、降雨淋溶物等，DOM 是最具流动性和最活跃循环的有机质组分。溶解有机物质 (DOM) 是 SOM 的一个小而重要的组成部分。SOM 的溶解阶段是植物有效养分的主要来源。

一般栽培土壤溶液中 DOM 浓度在 $0\text{--}80\text{mg/L}$ ，根际溶液中 DOM 含量可高达 200mg/L 。

4. 微生物生物量 (Microbial biomass):

以活微生物组织形式存在的有机物。

土壤中生物的总量，不包括大型动物和植物的根。微生物生物量通常是通过底物诱导呼吸或熏蒸-提取方法确定的。

5. 腐殖质 (humus): 一种混合物

土壤中除未腐烂的植物和动物的组织、它们的“部分分解”的产物和土壤生物物质外的全部有机化合物。

包括 2 部分：腐殖物质 (HS) 和非腐殖生物分子。

6. 非腐殖生物分子:

属于生物化学已知类别的生物聚合物，如多聚糖、糖、蛋白质、多肽、脂肪、蜡、树脂、木质素和有机酸等。

7. 腐殖物质 (humic substances HS): 更强调再合成大分子

通过二次合成反应形成一系列相对高分子量的棕色至黑色物质。

土壤中有机化合物的总量，但不包括：未腐烂的植物和动物组织、它们的“部分分解”产物和土壤生物物质。

微生物与高等植物的生物聚合物不能视为腐殖化物质 (HS)。

腐殖物质是在土壤中形成的一类特殊的化合物，远不同于动植物体内的其它有机化合物，结构复杂，性质稳定、存留时间长、和无机矿物颗粒密切结合在一起。是土壤有机质质体成分，占有机质总量的 50~90%。基本上与盐基离子形成各种腐殖酸盐。

腐殖质与非腐殖质的区别在于，它们是土壤或沉积物环境所特有的，由相对高分子量的化合物组成。

基于在一系列酸和碱中的溶解度，腐殖质分为三大类：黄腐酸、腐植酸、胡敏素。

8. 黄腐酸 (Fulvic acid FA)，可溶于碱和酸溶液，分子量最低，一般认为相对容易被微生物降解；
9. 腐植酸 (Humic acid HA)，土壤有机质中溶于碱不溶于酸的部分，分子量和分解能力均为中等；
10. 胡敏素 (HU)：土壤腐殖质的碱不溶性部分。胡敏素不溶于碱和酸溶液，是最复杂和最难降解的腐殖质组分。
11. 物理保护有机质 (protected organic matter)：
受保护的有机物被锁在矿物颗粒的团粒体中，在那里它被保护起来不被微生物分解。
12. 颗粒有机物 (POM)：
颗粒有机质 (POM) 是指小于 2mm 大于 0.053mm 的土壤有机质 (SOM) 颗粒。POM 具有生物活性和化学活性，是土壤有机质活性库 (SOM) 的一部分。根据农业生态系统和管理实践，POM 占土壤 C 的比例从很少到很大 (20% 或更多)。
13. 活性有机质 (SOM-active fraction)：
土壤有机质中高度动态或不稳定的部分，容易被土壤生物利用，也可包括活体生物。颗粒有机质 (POM) 和轻组分 (LF) 是 SOM 活性部分的可测量的指标。POM 颗粒比其他 SOM 颗粒大，可以通过筛分从土壤中分离出来。LF 颗粒比其他 SOM 颗粒密度轻，可以通过离心从土壤中分离出来。
14. 惰性有机质 (SOM-stabilized organic matter)：
耐生物降解的土壤有机质库，因为它在物理上或化学上无法被微生物活动利用。

这些化合物是通过生物活性和土壤中的化学反应结合而产生的。腐殖质通常是稳定有机物的同义词，但有时也用来指所有的土壤有机物。

15. 土壤反应性 C:

土壤有机质 (SOM) 含有可降解程度不同的 C 化合物，从非常容易分解的到极难分解的。各 C 组分在土壤中的停留时间不同，其作用也不同。反应性碳 (RC)，也被称为高锰酸钾氧化碳 (POxC)，是 SOM 池的一部分，在高锰酸钾存在的溶液中可氧化。被这种化合物氧化的碳包括最容易被微生物降解的碳以及与土壤矿物质结合的碳。

POxC 与颗粒有机碳、土壤微生物碳 (BMC) 和土壤有机碳显著相关。

16. 腐殖化系数:

腐殖化系数 (humification coefficient): 加入单位有机物质土壤后所产生腐殖质的斤数 (一般指一年以后)。

腐殖化系数大小不仅取决于有机物质品种本身，也取决于各种环境条件：旱地土壤腐殖化系数一般在 0.20-0.30，而水田则为 0.25-0.40 之间。腐熟较彻底，已经稳定化的有机肥腐殖化系数高。

17. C/N:

有机质中有机碳和有机氮的重量比。

土壤的 C/N: 8:1-15:1 中间值为 10:1-12:1。在同一气候条件下，C/N 变化较小。植物的 C/N 比: 豆科植物 20:1~30:1。作物秸秆为 80:1-100:1
微生物: 4:1~9:1

18. 周转时间:

周转时间定义为土壤中腐殖质与每年有机质输入量的比值。

周转时间(a) = OM 总量(kg/m²)/年净投入(kg/m² a⁻¹)

在稳态条件下，可以得到土壤中有机质周转时间的信息，即一次完全转化有机质所需要的时间。每年的有机质输入量约占库存量的 3-5%；大约同样数量的 C 被释放回大气中。

草地土壤估计周转时间为 18 a，落叶林土壤为 16 a，热带森林土壤为 6 a，农业土壤为 7 a，冻土带土壤为 2000 a 以上。

周转时间的倒数是分解速率 $k(a^{-1}) = \text{年净输入}(kg/m^2 a^{-1}) / OM (kg m^2)$ 。

根据成分和场地条件，分解速率可以在很大范围内变化。它们在冻土带土壤的 0.03%/年和热带雨林的 6%/年之间波动。田间容易降解的作物残留物的分解率高达 2-3%/天。在温带森林土壤中，对于易分解的物质，分解率为 0.1%/天，对于不易分解的物质，分解率最高 $10^{-5}\%$ d⁻¹，这表示几乎是惰性部分。土壤中有机物的分解速率相关很大，一部分负责营养供应，一部分负责稳定土壤结构。