

# 土壤腐殖质特性与土壤肥力

迟凤琴

(黑龙江省农科院土肥所)

众所周知,土壤有机质既是植物有机营养和矿质营养的源泉,又是形成土壤结构的有机胶结剂。因此,有机质含量被视为衡量土壤肥力的重要指标。在土壤有机质组成中,腐殖质占80%以上。Mortland(1976)<sup>[1]</sup>指出,土壤中的腐殖质是土壤肥力的基础物质,是土壤中最活跃的部分,对土壤肥力的高低产生巨大的影响。本文拟根据国内外研究的有关资料,对土壤腐殖质特性及其与土壤肥力的关系进行分析综述。

## 1 土壤腐殖质的来源和结构

### 1.1 腐殖质的来源和组成

十九世纪初,土壤腐殖质的存在被试验所证实并形成植物腐殖质营养理论。十九世纪末由于生物学和胶体化学的发展,使人们对土壤腐殖质有了新的认识,认为腐殖质是合成性的复杂的化合物。本世纪初,通过众多学者的研究,曾提出腐殖质是木质素和蛋白质合成的假说。三十年代以来 Waksman<sup>[2]</sup>、Swaby、Flaig<sup>[3]</sup>等人总结前人的观点指出土壤有机质是由芳香核多聚体、多糖、氨基酸等多聚体和各类有机化合物等组成的不均匀混合体,它在任何土壤中都存在。Scheffer、Kononova<sup>[3]</sup>等人将土壤有机质分为非腐殖物质和腐殖物质两大类。非腐殖物质成份中主要是碳水化合物、蛋白质、脂肪、蜡质、树脂等低分子化合物,它们的性质是固定的,而腐殖物质则是有着特殊化学和生物学本性构造极其复杂的高分子化合物,是一种复合的胶体。

### 1.2 腐殖质的元素组成和主要化学结构

土壤腐殖质主要由碳、氢、氧、氮、磷、硫、钙等元素构成,其中碳约占50%,氮占3~6%,氢占3~6%,氧占30~40%,灰分占0.6%。

构成腐殖质的结构体主要由芳香核(多元酚)连接杂环态氮(吡啶化合物)和糖类残体三个部分组成。Edwards和Bremmer(1976)<sup>[3]</sup>指出,土壤腐殖质可看作是带负电荷的有机胶体,在其结构体上主要有羧基(-COOH),羟基(-OH),酚基( ),甲氧基(-OCH<sub>3</sub>)等功能团。这些功能团带负电荷,遇土壤中的Ca<sup>++</sup>、Mg<sup>++</sup>等易形成有机无机复合胶体,胶结土壤矿物颗粒,形成土壤稳定性团粒结构,对土壤具有保肥和释肥能力。

## 2 土壤腐殖质的组成特性及存在状态

### 2.1 组成特性

土壤腐殖质是一种黑色或棕色胶体。其主要由胡敏酸(HA)、富里酸(FA)、胡敏素和吉马多美朗酸等组分构成,目前研究最多的是胡敏酸,其次是富里酸,后两种研究较少。有很多研究表明<sup>[2]</sup>,胡敏酸的结构已确定主要由芳香碳架和侧链C组成,芳香部分有疏水性,侧链部分有亲水基团,这些结构决定了腐殖质的重要性质。由于胡敏酸是土壤水稳性团聚体形成的有机胶

注:本项目的研究得到黑龙江省自然科学基金的资助。

剂,胡敏酸的芳构化程度,分子大小及功能团的多少都会影响它对团聚体形成的贡献大小。胡敏酸产色基团的多少决定着其芳构化程度和分子大小,所以测定胡敏酸在可见波长区(400~800nm)的消光系数可作为评价其芳构化程度的相对指标。

## 2.2 土壤腐殖质的存在状态

如前所述,土壤中的腐殖质多是与矿质部分结合形成的有机无机复合胶体。但由于结合的方式和松紧程度不一,土壤的肥力特性也有差异。早在三十年代,И. В. ТИРИН<sup>[4]</sup>认为土壤腐殖质可分为五种状态:(1)游离态;(2)强盐基腐殖酸盐态;(3)腐殖酸盐与铁铝凝胶态;(4)与粘粒牢固结合态;(5)与铁、铝、磷、硫结合态。А. Ф. ТИРИН<sup>[5]</sup>认为腐殖质可分为三种状态:(1)与二、三氧化物结合的紧结态;(2)被阳离子絮凝的松结态;(3)缺乏阳离子的游离态。七十~八十年代,熊毅和傅积平<sup>[4]</sup>总结前人的经验,按结合态腐殖质的溶解度把腐殖质分为三组:(1)游离松结态;(2)稳结态;(3)紧结态。在土壤中,其松结态腐殖质含量越多,标志着土壤腐殖质比较活跃,能释放的养分越多,土壤肥力越高。

## 3 土壤腐殖质与土壤肥力的关系

在土壤腐殖质中,腐殖酸对土壤供肥和团聚体形成有直接影响。在腐殖酸中,参与团聚体形成的组分是胡敏酸。苏联学者指出,土壤腐殖酸的组成具有地带性特征,即由北向南胡敏酸含量下降而富里酸增加。我国田淑珍、窦森<sup>[6]</sup>等研究结果与上述观点一致。在我国胡敏酸/富里酸(HA/FA)比值从黑钙土2~1下降到红壤的0.6~0.8。彭福泉(1983)<sup>[7]</sup>也证实,从黑土到红壤HA的含量和含氧量逐渐下降,HA/FA比值相应下降。王鹤桥等<sup>[8]</sup>研究表明,黑龙江省的不同土壤肥力水平越高,HA含量越高。在五种土壤当中以黑土胡敏酸含量最高,HA/FA>1。

HA的光学特性也是衡量腐殖质品质的重要指标。彭福泉指出,HA的 $E_1$ 值和 $E_1/E_6$ 比值( $E_1$ 、 $E_6$ 分别指HA在可见波长465nm和665nm处的消光系数)与其含碳、氧量有显著相关。 $E_1$ 值高的HA,表明其有机胶体持有负电荷基团多,遇到盐类阳离子易形成有机无机复合体。含 $E_1$ 值高的HA,有利于土壤微团聚体形成,而富里酸对土壤团聚体形成贡献不大。 $E_1/E_6$ 值越大,腐殖酸缩合度低,分子量小,表明是被活化的或是新生的腐殖质,能对土壤养分吸贮和释放起促进作用。迟凤琴等研究证实:黑龙江省的黑土、黑钙土、风砂土 $E_1/E_6$ 均和土壤肥力是正相关。王鹤桥等研究认为施用有机肥对土壤腐殖质的数量和性质有明显影响。在黑土上连续五年玉米秸秆和根茬还田,土壤有机质提高了0.1~0.3%,HA/FA提高0.5, $E_1/E_6$ 值提高0.6,HA活化度提高了3.4%。

近年来,对HA的研究有了很大的进展。我国一些学者用红外光谱、核磁共振等较先进的方法对HA进行更深入的研究,取得了很多成果。作者建议我们黑龙江省也应加强这方面的基础理论研究,以便为土壤培肥和合理利用提供理论依据。

## 参 考 文 献

- 1 科诺诺娃·М·М. 土壤有机质. 科学出版社, 1966
- 2 陈恩凤. 土壤肥力物质基础及其调控. 科学出版社, 1990
- 3 袁立海等译. 土壤有机质研究. 黑龙江科技学会出版, 1982
- 4 傅积平. 土壤结合态腐殖质分组测定. 土壤学报, 1985, 22(3)
- 5 魏开涓译. 腐殖质和土壤形成. 农业出版社, 1980
- 6 田淑珍等. 吉林省几种主要土壤腐殖质组成性质的研究. 土壤通报, 1987, 1
- 7 彭福泉. 我国几种主要土壤中腐殖质性质的研究. 土壤学报, 1985, 22(1)
- 8 王鹤桥等. 土壤腐殖质与土壤肥力关系研究初报. 腐殖酸, 1994, 1