

# 不同草甸植被类型下土壤 有机磷类型及含量探讨

裴海崑

(青海大学农牧学院草原系 西宁 810003)

**摘要** 采用 Bowman-Cole 法对高寒草甸不同植被土壤中的活性有机 P、中等活性有机 P、中等稳定性有机 P 和高度稳定性有机 P 含量进行了测定。结果表明: 几种类型草甸土壤中活性有机 P 的含量较低, 变化在 2.35 ~ 6.01% 之间; 中等活性有机 P 的含量在海拔较高的地段较低, 变化在 32.58 ~ 34.66% 之间, 而这一类型的有机 P 在海拔低的谷地较高, 变化在 41.97 ~ 52.18% 之间; 各类土壤中高度稳定性有机 P 含量较低, 仅高于活性有机 P, 均在 15% 左右。有机 C/有机 P(C<sub>0</sub>/P<sub>0</sub>) 比值均大于 100, 有机质中的相对含 P 量较低。藏嵩草十华偏穗草草甸土壤中全 P 含量高, 其中又以无机 P 为主, 是该植被类型下土壤的主要特性。

**关键词** 植被类型; 有机 P 组分; 活性有机 P; 稳定有机 P;

关于土壤无机 P 的性质和动态变化, 已积累有大量资料, 而土壤有机 P 的作用却常为人们所忽视, 其主要原因是因为耕作的矿质土中大部分 P 是以无机 P 形态存在。然而, 在牧地土壤中有机 P 可占到全 P 的 50~84%, 其矿化后, 可为植物提供相当数量的 P 素养分<sup>[1]</sup>。Halm 等(1982)<sup>[2]</sup> 研究发现, 在低温草原土壤上, 牧草的快速生长是与活性有机 P 的增加, 高的微生物活性及低的残体 P 水平联系在一起, 从而表明有效性较差的有机残体 P 在微生物的作用下转化为有效性较大的活性有机 P, 源源不断地提供牧草生长所需的 P 素。

有关土壤有机 P 方面的研究, Bowman 和 Cole 早在 1978 年<sup>[3]</sup> 就已经提出了土壤有机 P 对植物有效性分组较系统的化学鉴别法, 他们把土壤有机 P 分为 4 组: (1) 活性有机 P, 易矿化易为植物吸收; (2) 中等活性有机 P, 较易矿化同时也较易为植物吸收; (3) 中等稳定性有机 P, 较难矿化且较难为植物吸收; (4) 高度稳定性有机 P, 很难矿化基本不被植物吸收。他们还认为, 能用该法查明影响土壤有机 P 组分的因素, 监测土壤有机 P 对植物的有效性。1987 年, 贺铁等人<sup>[4]</sup> 经实验表明, 采用 Bowman-Cole 法能把几种有机 P 化合物按其可溶性和矿化速率的不同大体区分开来, 同时指出, 采用该法划分活性 P、中度活性 P 和稳定性 P 具有一定的可靠性, 并进一步证实, 能用该法来监测土壤有机 P 对植物的有效性。鉴于我省高寒草甸不同类型植被土壤中有机 P 的组分、含量、特征, 没有详细、明确的报道和资料。作者采用 Bowman-Cole 法, 对几种不同草甸类型的牧地土壤有机 P 进行了分组研究, 并对其含量、特性、组分以及影响因子等进行了分析。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

土样均采集于青海省海北州典型草甸植被类型地段, 时间集中在 1998 年 8 月 19 ~ 22 日, 以减少温度、季节对土壤的影响, 采样深度为 0 ~ 10cm, 草地均为天然放牧地。土样

采集后,经风干磨细,分别过筛备用。采样地点、海拔、植被类型见表 1。

表 1 采样地点、海拔、植被类型状况表

土样号	地点	海拔(m)	植被类型
1	祁连县峨堡乡周围	3650	高山嵩草 + 矮嵩草 + 线叶嵩草草甸
2	祁连县峨堡乡周围	3500	高山嵩草 + 嵩草 + 线叶嵩草 + 矮嵩草草甸
3	祁连县峨堡乡周围	3170	高山嵩草草甸
4	海北州定位站滩地	3100	矮嵩草草甸
5	海北州定位站河边滩地	3080	藏嵩草 + 华扁穗草草甸

## 1.2 试验方法

土壤有机 P 的分组采用 R. A. Bowman 和 C.V.Cole 法<sup>[3]</sup>; 有机 P 含量采用 Mehta 浸提法<sup>[5]</sup>; 土壤全 P 采用高氯酸—硫酸酸溶—钼锑抗比色法<sup>[6]</sup>, P 测定结果均以元素(P)计, 有机 C 的测定采用重铬酸钾法<sup>[6]</sup>; 土壤自然含量测定采用烘干法<sup>[6]</sup>; pH 值的测定采用电位测定法(水:土=2:1)<sup>[6]</sup>

## 2 结果与讨论

### 2.1 供试土样的基本理化性质

分析结果见表 2。

表 2 供试土样的基本理化性质分析结果

土样号	pH	含水量 (%)	有机 C (%)	全 P (mg/kg)	有机 P		无机 P		C <sub>0</sub> /P <sub>0</sub>
					总量(mg/kg)	占全 P%	总量(mg/kg)	占全 P%	
1	7.86	12.3	6.345	724.73	417.63	53.63	252.07	34.78	151.9
2	7.52	14.5	7.495	633.75	429.04	67.70	195.78	30.89	174.7
3	7.80	12.8	4.060	568.82	273.27	48.04	261.62	45.99	148.6
4	7.80	15.1	4.870	697.50	419.40	60.13	254.05	36.42	116.1
5	7.90	31.1	6.050	942.27	312.67	33.18	556.94	59.11	193.5

2.1.1 pH 值与有机 P 的关系 从表 2 可以看出,高山嵩草 + 嵩草 + 线叶嵩草 + 矮嵩草草甸土壤中的 pH 值(7.52)最小,藏嵩草 + 华扁穗草草甸土壤中的 pH 值(7.90)最大,而有机 P 占全 P 的百分比分别为 67.70%、33.18%,是 5 个草甸土壤中最高和最低的。有资料表明, pH 与有机 P 呈负相关<sup>[1,7]</sup>。本次实验经相关检验,相关不显著(R=-0.446)。

2.1.2 C<sub>0</sub>/P<sub>0</sub> 值及土壤有机质中相对 P 含量 从供试土样的 C<sub>0</sub>/P<sub>0</sub> 值看,均>100,而一般土壤中, C<sub>0</sub>/P<sub>0</sub> 比为 50~100<sup>[8]</sup>。说明供试土样有机质中相对含 P 量较低, P 素进入有机质的量较少,这是青海高寒草甸土壤的特性之一。

2.1.3 水分对土壤 P 素的影响 从表 2 可以看出,在水分含量较高的藏嵩草 + 华扁穗草草甸土壤中全 P 含量(942.27mg/kg)远高于其它几个供试土样中的全 P 含量,其中无机 P 占 59.11%,有机 P 占 33.18%,无机 P 几乎是有机 P 的两倍。而其它植被类型土壤中的 P 都是以有机 P 为主,并且有机 P 都在 60%左右。Pearion 的资料<sup>[9]</sup>表明,一般土壤中有机 P 占全 P 的 45~65%。说明在积水条件下形成的藏嵩草 + 华扁穗草草甸土壤中全 P 含量高,其中又以无机 P 为主,这是它的特性。

### 2.2 供试土样的有机 P 各组分含量(表 3)

2.2.1 活性有机 P 从表 3 可以看出,各土样间活性有机 P 的含量变化没有一定规律,并且含量比较低,约在 5%左右,高山嵩草 + 嵩草 + 线叶嵩草 + 矮嵩草草甸土壤中为最高(6.01%),矮嵩草草甸土壤中为最低(2.35%)。青藏高原气候条件恶劣,地温较低,微生物

活性低,这也是活性有机P含量较低的主要原因。

2.2.2 中等活性有机P 中等活性有机P的含量在海拔较高地区低(34.66%、32.58%),在低海拔地区较高,这是由高寒地区独特的地理条件所决定的。在高海拔地区,日温差较大,土壤经常处于冻融交替状态,有机质及有机胶体的絮凝促使中等活性有机P向中等稳定性有机P转化。而在低海拔地区,这种作用相对减缓,中等活性有机P含量高,3种草甸土分别为52.18%、47.68%和41.97%。可见在高寒地区的低谷温暖地段,土壤有机P以中等活性的有机P为主。

表3 供试土样的有机P各组分含量

土号	有机P								全有机P	
	活性有机P		中等活性有机P		中等稳定性有机P		高度稳定性有机P		Bowman-Cole法提取的有机P总和	Mehta浸提法提取的有机P
	总量(mg/kg)	占有机P(%)	总量(mg/kg)	占有机P(%)	总量(mg/kg)	占有机P(%)	总量(mg/kg)	占有机P(%)	(mg/kg)	(mg/kg)
1	14.53	3.24	155.47	34.66	227.75	50.78	50.75	11.32	448.50	417.63
2	24.30	6.01	131.70	32.58	176.00	43.54	72.25	17.87	404.25	429.04
3	13.95	4.93	147.55	52.18	75.75	26.79	45.50	16.09	282.75	273.27
4	11.20	2.35	227.30	47.68	192.00	40.27	46.25	9.70	476.7	419.40
5	9.53	2.95	135.47	41.97	127.00	39.35	50.75	15.72	322.75	312.67

2.2.3 中等稳定性有机P 从表3可以看出,在高山嵩草+矮嵩草+线叶嵩草草甸土壤中中等稳定性有机P含量最高,占有机P总量的50.78%,温度的提高,中等稳定性的有机P相对含量逐渐减少,这也证明了低温冻融条件有利于中等活性有机P向中等稳定性有机P方面转化。

2.2.4 高度稳定性有机P 从分析结果可看出,各类土壤中高度稳定性有机P的含量较低,仅高于活性有机P含量,平均为14%左右,最高为高山嵩草+嵩草+线叶嵩草+矮嵩草草甸土壤(17.87%),最低为矮嵩草草甸土壤(9.70%),而有资料表明<sup>[8]</sup>,该类型有机P含量都较高,均在30%左右,高的在50%以上,这可能也与青藏高原所处的地理位置密切相关,并在此条件下土壤腐殖质的中稳性富啡酸很难进一步形成稳定的大分子的胡敏素物质,而高稳性有机P的形成也与此相似。

2.2.5 Bowman-Cole法与Mehta浸提法对有机P浸提效果的比较 从有机P的提取结果看,除高山嵩草+嵩草+线叶嵩草+矮嵩草草甸土壤外,其它几个土壤采用Bowman-Cole法分组提取都比Mehta浸提法提取较完全。

### 3 小结

1. 不同草甸土壤中活性有机P的含量最低,但差异不大,均在5%左右;高寒气候不利于中等活性有机P的积累,且加速了向中等稳定性的有机P转化;而高度稳定性有机P各类草甸植被下土壤中的含量均较低,仅高于活性有机P,且差异不大,均在15%左右。

2. 几种草甸土壤中, $C_0/P_0$ 值较大,均在100以上,说明高寒土壤有机质中的相对P相对于中原地区含量较低。但由于土壤有机质总量较高,使得土壤有机P总量为高。

3. 藏嵩草+华扁穗草草甸土壤中的全P量为942.27mg/kg,是比较高的,其中又以无机P为主(59.11%),是土壤在积水条件下土壤P素组分的主要特性。

4. 土壤有机P的提取采用Bowman-Cole法分组提取一般都比采用Mehta的浸提法效果要好。

## 参考文献

- 1 Dalal R. C. 土壤有机磷. 土壤学进展, 1980, 8(4): 15 ~ 28
- 2 Halm B. J. et al, I. A. E. A, Vienma, 1972: 571 ~ 586
- 3 Bowman R. A and Cole C.V. An Exploratory Method for Fractionation of Organic Phosphorus from Grassland Soils. Soil Sci, 1978, 125(2): 95 ~ 101
- 4 贺铁等. Bowman-Cole 土壤有机磷分组法的探讨. 土壤学报, 1987, 24(2): 152 ~ 159
- 5 A.L.佩奇等著, 闵九康等译. 土壤分析法. 北京: 中国农业科技出版社, 1991, 281 ~ 284
- 6 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析. 上海: 上海科学出版社, 1978, 103 ~ 104, 132 ~ 136, 146 ~ 150
- 7 Harrison A. F. 土壤有机磷-文献述评. 土壤学进展, 1990, 18(4): 11 ~ 19
- 8 邱凤琼等. 三种黑土中有机碳、氮、磷的形态分布与肥力的关系. 土壤学报, 1983, 20(1): 21 ~ 29.
- 9 Pearson R.W. and Roy W. Simonson. Organic phosphorus in seven Iowa Soil Profiles: distribution and amount as compared to organic carbon and nitrogen. Soil Sci. 1938(4): 162 ~ 167

(上接第 46 页)

十分清楚。本研究的林分实验结果表明：该地区土壤的硝化作用强度大大高于氨化作用强度，并且混交后杨树硝化细菌数量及硝化强度的提高最为显著；根箱盆栽实验也发现  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  根际效应显著，并在距根表 5 ~ 10mm 处有富集现象。因此可以推断，硝化作用是本地区杨树刺槐混交林及纯林最主要的 N 素转化过程， $\text{NO}_3^- - \text{N}$  是主要的速效 N 形式；混交后杨树 N 素营养的改善主要是因为微生物数量增加、硝化作用增强使得  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  含量增加所致。另外，该地区土壤条件也适于硝化作用进行。并且硝酸盐是植物生长所需的一种“较安全”的 N 源，加上  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  不存在专性吸附，具有随水移动性，不易被土壤胶体吸附，可由剖面深处迁移至根区，因此  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  更易于杨树吸收。同时，杨树本身也更适于吸收  $\text{NO}_3^- - \text{N}$ ，因为钙生植物优先利用  $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 。因此，由上述不难推断 杨树刺槐混交后，刺槐共生固 N 使大气中的  $\text{N}_2$  转化为有机态 N，有机态 N 通过微生物的硝化作用转化为  $\text{NO}_3^- - \text{N}$ ，最终改善了杨树的 N 素营养。

## 参考文献

- 1 沈国舫. 混交林研究. 北京: 中国林业出版社, 1997
- 2 贾黎明. 杨树刺槐混交林生长及树种间营养关系的研究. 博士论文, 1996
- 3 孙翠玲, 郭玉文等. 杨树混交模式养分变化及林木增长率的研究. 林业科学研究, 1997, 10(2): 164 ~ 169
- 4 李传涵, 王长荣等. 江汉平原和黄泛平原土壤微生物区系特点及毛白杨、刺槐混交丰产机理的研究. 林业科学研究, 1991,(4): 153 ~ 159
- 5 郭秀珍, 赵天锡等. 加拿大杨、洋槐混交林菌根真菌的研究初报. 林业科技通讯, 1983, (7): 10 ~ 33
- 6 北京农业大学植保系植物生态病理教研室编译. 植物根际生态学与根病生物防治进展. 北京: 中国人民大学出版社, 1990, 78 ~ 94
- 7 中国科学院南京土壤研究所微生物室编著. 土壤微生物研究法. 北京: 科学出版社, 1985
- 8 钦绳武, 刘芷宇. 土壤—根系微区养分状况的研究 VI. 不同形态肥料氮素在根际的迁移规律. 土壤学报, 1989, 26(2): 117 ~ 123