

樟树和刺槐林地土壤对 模拟酸雨缓冲性能研究

肖慈英

黄青春

(安徽师范大学生物系 安徽芜湖 241000)

(南京农业大学植保系)

摘 要 本文通过模拟酸雨对樟树和刺槐的土壤进行淋溶处理,结果表明土壤对不同浓度酸雨的缓冲能力随酸性的增加而降低,随土层的加深而增强;土壤对酸雨的缓冲作用具有一定的时滞性;土壤受酸雨的影响不仅表现出时间上的变化,而且呈现出空间的变化。通过比较两种林地土壤对酸雨缓冲性能可知,樟树林地土壤的缓冲作用大于刺槐林地。

关键词 土层; pH 值; 缓冲能力; 模拟酸雨

酸雨是 pH 值 < 5.6 的大气降水的总称,包括各种酸性的雨、雾、雪、霜等形式。酸雨易改变土壤的理化性质,使一些土壤酶活性发生改变,造成土壤中一些植物生长所需元素的损失。是导致人工林地力衰退的原因之一^[1,2]。经我国长期监测结果表明,酸性降雨的发生范围有扩大和日趋严重的趋势^[3]。土壤作为一种重要的资源和生态因子,具有肥力、缓冲、同化和净化等一系列客观属性,在地球表层环境系统的污染净化过程中起着极为重要的作用,土壤对酸雨的缓冲性能影响着地被植物的抚育和演替。

樟树 (*Cinnamomum camphora*) 和刺槐 (*Robinia pseudoacacia*) 具有生长迅速,适应性强,耐干旱的特点,是较好的观赏、经济林木和造林树种。林木作为城市郊区的林业交错带对于环境污染的监测和净化具有十分重要的作用。目前,研究城市郊区林木与酸雨之间关系的报道较少,本文就四褐山两个重要树种樟树和刺槐林地土壤来探讨其对模拟酸雨的缓冲性能。

1 试验区概况

四褐山位于芜湖西北部的城市近效林业区,海拔高度为 134m,地处东经 $117^{\circ}58' \sim 118^{\circ}43'$,北纬 $30^{\circ}8' \sim 31^{\circ}31'$,属沿江平原丘陵区。地带性土壤为黄棕壤,质地粘质至壤质,有机质含量仅为 10 ~ 20g/kg 左右,全氮、全磷均 $< 1\text{g/kg}$, pH 值一般在 6.0 ~ 7.5 之间;气候为北亚热带季风性湿润气候,年平均气温为 17.5 ,年平均降雨量为 900.2mm。处于亚热带落叶与常绿阔叶混交林带,林木层主要有杉木 (*Cunninghamia lanceolata*),马尾松 (*Pinus massoniana*),刺槐,樟树,栓皮栎 (*Quercus variabilis*) 等北亚热带落叶常绿阔叶林树种,樟树和刺槐树种现已有 20 年左右的树龄。

由于该区的东部和南部有冶炼厂、发电厂、纸板厂、化工厂、玻璃厂、锅炉厂和砖瓦厂等十几个工业企业,同时由于城市交通运输业的发展,特别是芜湖长江大桥的开通,加剧了城市边缘林区土壤污染。据统计这些污染源燃料烧时排放的废气每年可达 88103.4 万吨,其中 SO_2 可达 13764 万吨,烟尘可达 10703.3 万吨,诸多污染物通过降尘、降雨的形式进入土壤造成不同程度的土壤环境污染,特别是酸沉降给土壤带来的污染是不可忽视的,这在安徽省内还未见报道。

2 材料与方法

1. 供试土壤 在芜湖市四褐山樟树林和刺槐林地中,利用随机取样的方法在每一块林地随机各采集 6 个剖面,每个剖面分别采集 0~5cm、5~10cm、10~20cm 3 个层次的土样,每次取样时先除去表面的凋落物。再将同一层次土样混合后制成复合土样,备用。

2. 模拟酸雨的配制 先配制 9:1 的硫酸和硝酸混合液,然后用母液配制所需的酸液(pH5.2、4.3、2.9)。

3. 土壤预处理 将采集的土样在自然条件下风干,过 1mm 的筛,每个土样每次取 500g,分别喷淋 100ml 蒸馏水(pH7.0)和 pH 值为 5.2、4.3、2.9 的模拟酸雨,其湿度为 20% 左右。土样经上述处理后装入塑料杯中,实验设重复 5 次。

4. 缓冲性能测定方法 分别在 1 天、7 天、14 天、21 天时间间隔后,称取处理后土样 20g,置于小烧杯中,按 1:2.5(w/v)加入 50ml 蒸馏水(pH7.0),充分搅拌,静置 30min,待上清液澄清,用 pH-3C 型数字 pH 计测定其 pH 值。

3 结果分析

3.1 樟树和刺槐林地土壤 pH 值特性

樟树和刺槐林地土壤具有自身的 pH 值特性。各土层土壤经蒸馏水处理后,分别在不同的时间测定土壤 pH 值表明,对于樟树林地土壤,随着土层加深,pH 值呈明显下降的趋势,说明酸性逐渐增强;各土层的 pH 值随着时间的变化,亦逐渐减小,第 21 天测定的 pH 值都最小。而刺槐林地土壤不同土层在不同时间 pH 值的变化有一定的波动性,在 1~7 天中随着土层加深,pH 值呈下降趋势,在 14~21 天中,10~20cm 的土层都超过了 0~5cm 和 5~10cm 土层的 pH 值,由此可以看出,樟树林地土壤与刺槐林地土壤具有各自的特性(图 1)。

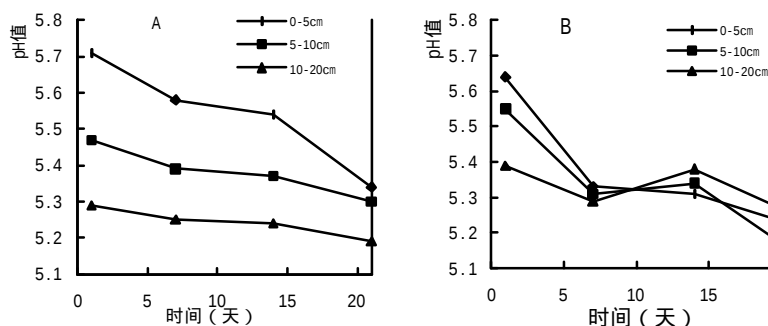


图 1 樟树(A)和刺槐(B)林地土壤 pH 值特性

3.2 模拟酸雨对不同林地土壤 pH 值的影响

3.2.1 不同土层在模拟酸雨喷淋后的 pH 值变化 土壤内部物质的淋溶、沉积等过程，常分化出明显的层次，在土壤的不同层次中，由于理化、生物性质的不同，在酸雨淋溶作用下，各土层 pH 值的变化呈现出不同规律^[4]。实验结果表明（表 1），经模拟酸雨处理后，樟树和刺槐林地的不同土层 pH 值在 1 天和 21 天前后的降低幅度表现为 0~5cm 最大，5~10cm 次之，10~20cm 变化最小；这说明随着土层的增加，林地土壤的缓冲能力增强。同时与蒸馏水处理相比，外来的酸性物质有直接降低土壤 pH 值的作用。这类似于我国庐山土壤因酸沉降的影响，土壤酸度的下降以 A 层最显著，往 C 层越来越弱的特性^[3]。经不同模拟酸雨处理 1~7 天后，两种林地土壤 0~5cm、5~10cm 和 10~20cm 土层的 pH 值都呈下降的趋势，到了 14~21 天，土层 0~5cm 的 pH 值继续呈下降趋势，而 5~10cm 和 10~20cm 的 pH 值则呈波浪式的上升，即表明了土壤初期由于外源质子的增加，具有酸化的趋势，然而由于土壤有中和外源质子的能力，导致土壤具有缓冲、净化功能^[5]。

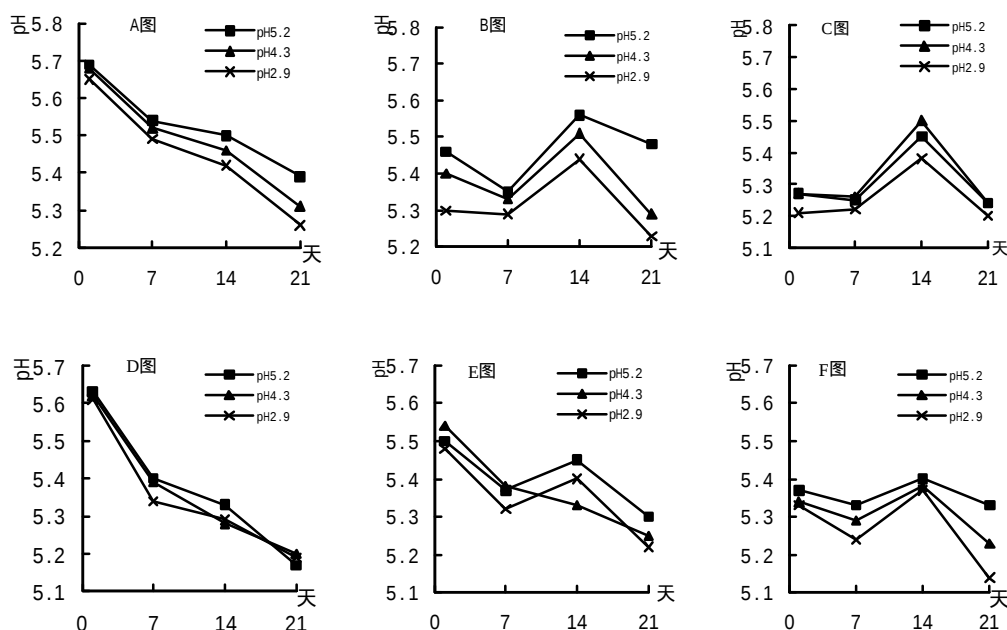
表 1 樟树和刺槐林地不同土层在相同的处理条件下 pH 值变化

酸 雨	土 层	樟树林地				刺槐林地			
		1 天	7 天	14 天	21 天	1 天	7 天	14 天	21 天
pH5.2	0—5cm	5.69	5.54	5.50	5.39	5.63	5.40	5.33	5.17
	5—10cm	5.46	5.35	5.56	5.48	5.50	5.37	5.45	5.30
	10—20cm	5.27	5.25	5.45	5.24	5.37	5.33	5.40	5.33
pH4.3	0—5cm	5.68	5.52	5.46	5.31	5.62	5.39	5.28	5.20
	5—10cm	5.40	5.33	5.51	5.29	5.54	5.38	5.33	5.25
	10—20cm	5.27	5.26	5.44	5.24	5.34	5.29	5.38	5.23
pH2.9	0—5cm	5.65	5.49	5.42	5.26	5.61	5.34	5.29	5.19
	5—10cm	5.30	5.29	5.44	5.23	5.48	5.32	5.40	5.22
	10—20cm	5.21	5.22	5.38	5.20	5.33	5.24	5.37	5.14
蒸馏水	0—5cm	5.71	5.58	5.54	5.30	5.64	5.33	5.31	5.22
	5—10cm	5.47	5.29	5.47	5.32	5.55	5.31	5.34	5.14
	10—20cm	5.29	5.25	5.44	5.19	5.39	5.29	5.38	5.25

注：表中数据为 5 次重复的平均值。

3.2.2 同一土层对模拟酸雨喷淋后 pH 值的变化 经不同酸雨喷淋后同一土层的 pH 值随时间变化呈现出一定规律的变化。樟树和刺槐林地土壤的 0~5cm 层经 pH5.2、4.3、2.9 的模拟酸雨处理后，土壤 pH 值随时间的变化都呈下降的趋势（图 2 A、D）；但对于不同的模拟酸雨来说，此两种林地受到影响的程度却不同，随着酸雨浓度增大，樟树林地土壤的 pH 值曲线几乎存在着平行下降的趋势（图 2 A），而刺槐林地 pH 值变化表现为 pH5.2 的酸雨处理大于 pH4.3 和 2.9，3 种模拟酸雨处理后土壤 pH 值变化非常相似。

在 5~10cm 和 10~20cm 土层中，樟树和刺槐林地土壤 pH 值都呈现先下降后上升，然后再下降的变化趋势，并且外源酸性越弱，土壤的 pH 值越大（图 2 B、C、E、F），这说明外源酸雨直接降低了土壤 pH 值，虽土壤具有缓冲作用，可使 pH 值有所回升，但外源酸性越强，土壤对其缓冲作用越弱。



A 图、B 图和 C 图分别表示樟树 0~5cm、5~10cm 和 10~20cm 土层 pH 值变化

D 图、E 图和 F 图分别表示刺槐 0~5cm、5~10cm 和 10~20cm 土层 pH 值变化

图 2 樟树林地和刺槐林地不同土层受不同酸雨喷淋后 pH 值变化

3.3 樟树和刺槐林地土壤对不同模拟酸雨缓冲性能分析

在 0~5cm 土层中, 刺槐和樟树林地土壤 pH 值都呈下降趋势, 但其下降程度则不同, 刺槐林 pH 值在第 1 周呈迅速下降, 在第 2、3 周呈下降缓慢的趋势; 樟树林在 1、3 周下降速率较第 2 周快。在 5~10cm、10~20cm 土层中, 刺槐林的 pH 值在第 1 周都较樟树林下降迅速些, 而到了第 2 周, 曲线峰值表现为其上升高度比樟树林低, 说明樟树林土壤对酸雨的缓冲作用更强。

酸性沉降物进入土壤后, 首先要克服土壤缓冲域对酸的缓冲能力^[6], 从图 2 A、D 可知, 樟树和刺槐林地土壤经不同酸雨处理后, 第 1 周和第 3 周曲线下降趋势较第 2 周快。在 14 天时都出现了一个峰值, 说明不同土层土壤在第 2 周具有明显的缓冲作用, 同时表明土壤对酸雨缓冲能力具有一定的时滞性。同一土层经不同酸雨处理后随时间的变化几乎呈现出相似的变化规律, (图 2 A~F), 这是因为适合于不同植物生长的土壤, 在相同的土层中的物理、化学和生物性质存在着相似的变化规律。

4 结论与讨论

1. 从土壤自身的属性来看, 樟树林土壤经不同的酸雨处理后, 各土层呈现出同步的下降趋势。刺槐林土壤在 1~7 天中随着土层加深, pH 值呈下降趋势, 但在 14~21 天中则

无此规律。这有可能与该树种生长的特性,以及林木对其生长环境的改造作用有关,刺槐根系浅而发达,为优良固沙保土树种,它对表层土壤理化性质影响较大,而樟树则是深根系的常绿植物^[7,8]。

2. 在 0~5cm 土层中,各种模拟酸雨处理的土壤的 pH 值都随时间的变化呈下降趋势,而在 5~10cm 和 10~20cm 土层中,则呈波浪式的曲线变化,在第 2 周都表现出明显的一个峰值,即表明了不同的模拟酸雨处理的土壤对酸雨的缓冲作用具有一定的时滞性,一般在第 2 周表现出明显的缓冲作用,而同一土层呈现出相似的变化规律。

3. 通过比较樟树林地和刺槐林地对不同酸雨的缓冲能力可知,樟树林地土壤更能抵抗酸雨的侵蚀,故在街道和公路两旁种植樟树,既能常年看到绿色植物,又能防治大气污染,是一件一举两得的事情。

4. 刺槐和樟树林地土壤中,不同土层对相同酸雨缓冲能力是不同的,并且随土层的加深缓冲能力增强,土层缓冲作用大小排列顺序为 10~20cm>5~10cm>0~5cm;而同一土层对酸雨的缓冲作用也是不同的,而对于 pH5.2、4.3 和 2.9 酸雨来说,土壤对 pH2.9 的酸雨缓冲作用最小,这表明土壤中和外源质子的能力具有一定的限度,如果超过了其缓冲容量,土壤将向着酸化的方向发展。由此,大气污染的控制是防治土壤酸化和地力衰退的重要途径之一。

参 考 文 献

- 1 杨承栋等. 大青山一、二代马尾松土壤性质变化与地力衰退关系的研究. 见: 中国土壤学会编. 迈向 21 世纪的土壤科学. 南京: 中国土壤学会, 1999, 301~302
- 2 孙启武等. 杉木人工林地力衰退机制的研究. 见: 中国土壤学会编. 迈向 21 世纪的土壤科学. 南京: 中国土壤学会, 1999, 302~303
- 3 李天杰. 土壤环境学. 北京: 高等教育出版社, 1996, 188~196
- 4 严昶升. 土壤肥力研究方法. 北京: 农业出版社, 1988, 4~6
- 5 Matschullat J et al. Catchments acidification - from the top down. Environmental Pollution, 1990, 77: 143~53
- 6 潘根兴. 土壤酸化过程中的土壤化学分析. 生态学杂志, 1990, 1(6): 48~52
- 7 中国科学院中国植物编辑委员会. 中国植物志. 31 卷. 北京: 科学出版社, 1981, 182~184
- 8 中国科学院中国植物编辑委员会. 中国植物志. 40 卷. 北京: 科学出版社, 1981, 228~229