

石灰性土壤中氮素损失的初步研究

虞锁富 赵美芝

(中国科学院南京土壤研究所)

在石灰性土壤上施用硝化抑制剂,有的地方有效,有的无效,这可能是因为氮素损失的途径有各种各样。根据现有资料,土壤中氮素损失除了随水流失外,还有下列几方面:(1)因铵态氮受 pH、 CaCO_3 等的影响而引起氨的挥发;(2) NO_2^- 与 R-NH_2 产生的 Van Slyke 反应或与 NH_4^+ 产生类似的反应而引起氮素的损失(在好气条件下);(3)由于反硝化作用而引起的 N_2 、 N_2O 、 NO 等气态氮的损失。第一种氮素损失是化学反应,与生物过程无关,因此不受硝化抑制剂的影响。根据 Man 和兰梦九等的报告[1,2]。氮肥施到石灰性土壤中后,除了被作物吸收和淋失外,其余大部分以氨态挥发损失掉。早期的研究者认为 NH_3 的挥发只是由于 CaCO_3 提高了土壤 pH 所致,然而实际情况比较复杂,例如在施过石灰的草地上施用硫酸铵时, NH_3 的挥发损失要比硝酸铵高得多[3]。因在石灰性土壤中铵盐的阴离子和 NH_4^+ 分别与 CaCO_3 中的 Ca^{++} 和 CO_3^{--} 形成 Ca 的化合物和化学上不稳定的 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 。所形成的 Ca 的化合物的溶解度愈小,生成的 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 量就愈多,也愈加剧 NH_3 的挥发,是一种化学机理[4,5]。土壤质地对 NH_3 的挥发也有一定的影响,质地轻的土壤中 NH_3 的挥发量要比粘粒含量高者大得多[6]。 NH_3 的挥发量还与土壤的阳离子交换量成反相关[7],土壤中的含水量对 NH_3 的挥发影响也很大。有人认为水分能助长 NH_3 的挥

发[8,9,11],但也有人认为,增加土壤中的含水量可增高颗粒表面的吸附能力,因而降低 NH_3 的损失[10]。

本文就土壤含水量、质地以及 CaCO_3 对土壤中 NH_3 挥发的影响作一初步分析。此外,还拟探讨亚硝态氮的化学分解而引起气态氮损失的可能性。

材料与方 法

试验采用薄层培育,以便在好气条件下进行。具体方法是:将土壤放入直径12厘米,高6厘米的结晶皿内,其中放置装有15毫升 $1\text{NH}_2\text{SO}_4$ 的小烧杯,以吸收土壤中挥发出来的 NH_3 。结晶皿口用薄膜密封,在 30°C 恒温箱中培育30天。培育过程中土壤 Eh 均高于400毫伏,排除反硝化作用的可能性。每种土壤采用三种含水量,即饱和含水量的50%、85%和100%。每处理加硫酸铵相当于每100克土壤24.04毫克N,并与土壤充分混匀,重复三次;另有对照,重复二次。土壤中的 $\text{NH}_4\text{-N}$ 和 $\text{NO}_3\text{-N}$ 用 2NKC1 溶液提取(土:液为1:25),用氨气电极测定 $\text{NH}_4\text{-N}$ 。另一份提取液用 Devarda 合金将 $\text{NO}_3\text{-N}$ 还原为 $\text{NH}_4\text{-N}$,用氨气电极测定,两次测定值之差即为 $\text{NO}_3\text{-N}$ 的含量。全氮的测定用开氏法,未加还原剂,因此不包括硝态氮。分析结果的相对误差大多低于10%,但部分标本可达30%,少数更高。

表1 供试土壤的一般性质

样 号	地 点	pH (H_2O)	有机质 (%)	CaCO_3 (%)	物理性粘粒* (%)
1	济宁农科所	7.8	1.11	0.12	29.8
2	济宁蒋屯	8.3	1.21	0.38	39.9
3	淮安城东	8.7	0.97	7.91	17.2
4	淮安盛庄	8.4	1.84	9.24	29.5
5	淮安流均	8.4	2.25	9.66	55.7

* 本所土壤地理室物理分析组测定

表2 不同水分含量的土壤中氮的挥发 (毫克N/百克土)

样号	地 点	50%		85%		100 %	
		加硫酸铵	对 照	加硫酸铵	对 照	加 硫 酸 铵	对 照
1	济宁农科所	0.01	0	0.35	0.01	2.49	2.15
2	济宁蒋屯	0.09	0	0.02	0.02	1.04	2.54
3	淮安城东	0.47	0	0.13	0.01	2.29	2.18
4	淮安盛庄	0.17	0	0.03	0.05	0.80	0.65
5	淮安流均	0.12	0	0.01	0.01	2.20	2.59

试验结果和讨论

(一) 氮的挥发问题

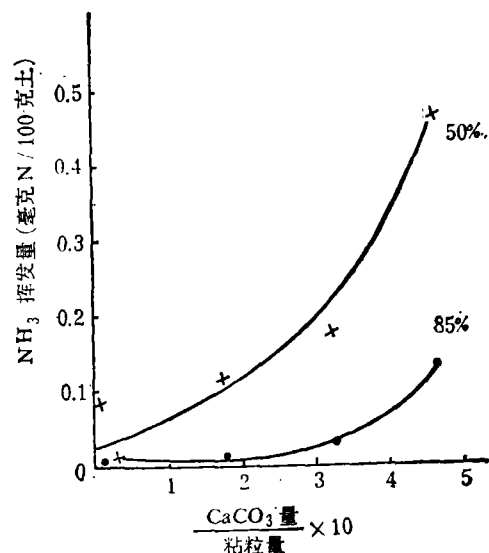
从表2可看出水分饱和时氮的挥发量最高,其余的有不同程度挥发,但挥发损失量很少。这可能与水分饱和时的土壤pH值和水蒸汽压较高有关。水分含量在50%和85%时,氮挥发量与CaCO₃含量呈正相关,与质地呈反相关(图1)。粘粒含量高时有利于NH₄⁺的吸附,抑制了氮的挥发。对照处理均未加硫酸铵,其挥发的氮显然是来自有机态氮的矿化。如果将氮的挥发量占矿质态氮总量的百分数作为氮的挥发强度(表3),则可看出水分85%和50%时氮的挥发并不严重,而水分饱和时就显著增高,尤其对照的试样,在培育过程中从有机态氮矿化的氮素,几乎有50—90%以氮的形态挥发。

(二) 亚硝态氮的化学分解而引起氮损失的可能性的估计

我们根据下列公式计算了添加氮素的表观回收率:

$$\text{表观回收率}(\%) = \frac{\Sigma_1 - \Sigma_2}{W} \times 100$$

式中 Σ_1 和 Σ_2 分别为处理土壤和对照土壤的全氮、NO₃-N、NH₄-N的总和,W为添加的氮量。结果列于表4。

图1 NH₃挥发与CaCO₃量/粘粒量比值的关系

从表4可见,表观回收率一般在10—96%,也即加入的硫酸铵有4—90%遭到损失。由于培育过程中土壤的Eh为400—500毫伏,所以产生反硝化作用的可能性是不大的。而最有可能性的是亚硝态氮的化学分解而引起氮的损失。这是因为土壤pH值较高,有利于NO₂⁻的积累。这样,一方面可能因NO₂⁻化学

表3 土壤中氮的挥发强度*

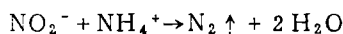
样号	地 点	50%		85%		100 %	
		处 理	对 照	处 理	对 照	处 理	对 照
1	济宁农科所	0.1	0	9.2	0.4	22.7	50.2
2	济宁蒋屯	0.6	0	0.4	0.6	8.2	57.3
3	淮安城东	2.4	0	3.1	0.4	23.8	90.4
4	淮安盛庄	1.1	0	0.8	0.9	9.8	79.3
5	淮安流均	0.8	0	0.2	0.2	16.2	88.7

$$* \text{氮挥发强度} = \frac{\text{NH}_3 - \text{N}}{(\text{NH}_3 - \text{N}) + (\text{NH}_4 - \text{N}) + (\text{NO}_3 - \text{N}) + (\text{NO}_2 - \text{N})} \times 100$$

表 4 加入氮素的回收率 (%)

样 号	地 点	50%	85%	100 %
1	济宁农科所	96	88	77
2	济宁蒋屯	85	10	76
3	淮安城东	113	45	67
4	淮安盛庄	95	-16	35
5	淮安流均	75	21	82

不稳定性而分解, 另一方面则因 NO_2^- 和 NH_4^+ 同时存在时, 有可能发生如下的反应而引起氮的损失:

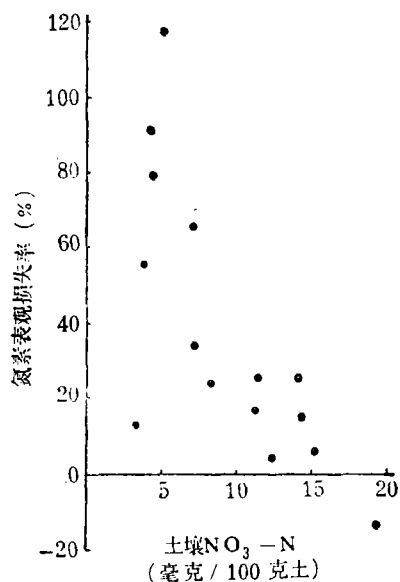


在好气的培育条件下, 土壤中铵态氮硝化的最终产物为 NO_3-N , 如在硝化过程中, NO_2^- 和 NH_4^+ 因上述反应而损失时, 势必影响土壤中 NO_3-N 的形成和积累, 损失量越大, NO_3-N 积累量越小。测定结

果也反映了这一负相关。如图 2 所示, 添加到土壤中 NH_4-N 的表观损失率(为100减去表 4 中的表观回收率)与土壤 NO_3-N 含量呈现较好的负相关性($Y=0.704$, $P=0.01$)。因此, 我们认为本试验中, 亚硝态氮的化学分解存在是有可能性的。至于这种反应发生的土壤问题尚待进一步研究。

参考文献

- [1] Man, J.P., and Bares, T. W., J. Agri. Sci. 4: 209—314, 1951.
- [2] 兰梦九, 土壤学报, 2, 91—96页, 1953.
- [3] Volk, G.M., J. Agric. Food Chem., 9, 280—283, 1961.
- [4] Ferman, G. I., and Hunf, D. M., Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 28, 667—672, 1964.
- [5] Fenn, L. B., and Kissel, D. E., Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 37, 855—859, 1973.
- [6] Wahhab, A. M., Soi. Sci., 84, 249—255, 1957.
- [7] Fenn, L., and Kissel, D. E., J. Soil Sci. Soc. Amer., 40, 394—398, 1976.
- [8] Jackson, M.L., and Chang, S. C., J. Agrom., 39, 623—633, 1947.
- [9] Fenn, L. B., and Kissel, D.E., Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 39: 366—368, 1975.
- [10] Brown, J. M., and Barthlomew, W. V., Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 37: 160—164, 1973.
- [11] Stanley, F. A., and Smith, G.E., Soil Sci Soc. Amer. Proc., 20, 557—561, 1956.

图 2 氮素表观损失率与土壤 NO_3-N 含量的关系

麦 肥 间 种 地 肥 粮 高

熊家宝 陈万峰

(黑龙江省安达县农业技术推广站)

刘 焱 一

(黑龙江省绥化地区农科所安达农业试验站)

为了解决种植绿肥与粮争地的矛盾。我们于1973—1976年在试验站和中本、文化等公社进行了麦肥间种试验和多点大面积示范, 取得了显著效果。

“麦肥间种”, 是在7.5厘米窄行平播小麦一年一作

的基础上, 改为宽行播小麦间种草木樨, 一年内一块地上收一季粮食和一季绿肥。种法是: 小麦采取30厘米双条或45厘米四条平播, 在小麦的大行中间种草木樨。小麦收获后, 草木樨长到1米高时(8月中旬至9月