

施肥与大气环境质量

论施肥对环境的影响 (1)

曹志洪

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

摘要 无机肥和有机肥都是人类可持续发展不可或缺的资源,只要科学使用不会对环境 and 生态造成负面影响。不良施肥对大气环境的威胁主要来自有机肥,过量使用有机肥可促进土壤中 CO_2 和 CH_4 的排放;有机肥和畜禽粪肥堆放场地有大量氨气污染,有机物的焚烧可直接向大气排放大量的 CO_2 、 CH_4 及固体微粒,使城乡空气严重污染。有机肥和无机 N 肥的过量使用,都会导致土壤 N 素积累。土壤中 N 素的反硝化作用产生 N_2O 、 NO_x 的排放。避免有机肥和 N 肥过量,禁止焚烧有机物,覆盖有机肥和畜禽粪肥堆放场,控制反硝化作用,以减少负面效应,保护大气环境质量。

关键词 施肥;温室气体排放;大气环境质量

中图分类号 S143, X51

水、土、气是人类生存不可或缺的 3 大环境条件和资源。人们常说:“没有水便没有生命”,“没有气便没有生命”。人们也常说“万物土中生”、“大地是人类的母亲”。这是因为土壤不仅为生命活动提供了栖息的场所,同时也为在土壤中生活的微生物(包括病毒)植物提供了必需的水分、养分和空气。而微生物和植物产品则是动物、牲畜和人类赖以生存的最主要的食物。

什么是植物养分?养分就是指对植物、微生物和病毒等以及其它土壤中可能存在的生命形态必需的 C、H、O、N、P、K、S、Ca、Mg、Fe、Mn、Cu、Zn、B、Mo、Cl 等共 16 种元素。它们是组成氨基酸、蛋白质、细胞等生命体最基本的元素成分,其必需性是满足由 Arnon 和 Stout 提出的 3 个条件来判定的^[1-3]。虽然植物与微生物;高等生物与低等生物之间对上述必需养分元素需求的种类和数量会有些差异,但如缺少上述必需元素会导致生命周期的中断,如若某些元素不足,则将使生命活动处于亚健康或不活跃的状态。植物体内还含有一些元素虽然是非必需的,但对特定植物的生长发育有促进作用或对人畜的健康有益,是准必需元素或有利的和有益的元素,如 Na, Si, Ni, Co, V, Se, I, Ti, Al 等^[4,5]。

肥料是直接为植物提供养分的物料。从这个定

义出发,肥料只有两大类:即有机肥料和无机肥料。有机肥料是指生命残体,它是在土壤中矿化后释放植物养分的。无机肥料是指经人为加工(粉碎、溶解、浓缩、反应、干燥、造粒等)的矿物质肥料或从大气中含有的惰性 N 气转化合成的氨和铵态 N 肥。有机肥料与无机肥料的本质区别是:前者是生命本身的残体(以含有机 C 为特征),而后者是无生命物质(不含有机 C 为特征)。由合成氨进一步生产转化的尿素虽然含一个有机 C,但因为是人工合成的,故仍可称“矿质”肥料或“无机”肥料,但人和动物排泄的尿素则属“有机”肥料无疑。

目前国内市场上有人(某些外商也投国人所好)把微生物菌剂称为“生物肥料”,这显然不是科学的定义。把在实验室内对 P、K 矿物有一定分解作用而应用到大田时大多数无明显效果的微生物菌剂当作“肥料”来销售,确有害农之嫌。因为迄今还没有证据说明某种植物能直接吸收“微生物”作为养分的。如果说微生物死后的残体经矿化分解提供养分,那么也只是在“有机肥料”的范畴。有人称 21 世纪是生物的世纪,于是不少人借机炒作“生物肥料”的名字,推广和销售“生物肥料”。添加数量如此少的外源菌剂比数量如此庞大的土著微生物更有效?“增加或加速土壤中磷钾矿物的分解”?至今还没有一份令人信服的科学报告证明这些“生物肥料”在田间

的有效性。使用固氮菌、根瘤菌等菌剂在适宜条件下是具有肯定效果的,但也不是任何一种有益微生物都可以作为“菌剂”来使用的^[6]。此外,还有“磁肥”、“光肥”等假冒伪劣的骗人把戏充斥于市,坑农害农的事件时有发生。制定《中国肥料法》,建立法治的市场竞争、保护农民和合法厂商利益势在必行。

除非是在原始植被下土壤垦耕的头一两年可以不施肥料而依赖天然植被在漫长岁月中对外源 C、N 的转化积累以及对成土母质风化释放的养分之富集进行生产外^[7],使用无机或有机的肥料是人们的衣(纤维、棉麻、丝、毛);食(植物性和动物性食品:粮食、蔬果、糖油、烟茶、鱼、肉、蛋、奶);住(房屋、家具);行(交通工具);用(纸张、办公用品等);娱(草地、花卉、高尔夫球场、林地酒吧)和药(中药材)等生产必不可少的技术措施。虽然有其它的一些替代产品,但随着生活质量的提高,对身体健康的关心和环境保护意识的加强,人们更乐于使用以大自然赐与的原料来制备的产品。可见肥料(无机的和有机的)确是一种与人类现代生活密切相关不可缺少的资源。

世界上使用化学加工的无机肥料只有 150~160 年的历史,是科学技术进步的产物。德国农业化学家李比西博士于 1840 年创立了植物无机营养学说,促进了无机肥料工业的发展。此前,人类几万年的发展史是无意有意地利用有机肥料或少量天然的矿质肥料(磷矿粉、硝石等)的有机农业史。人类社会漫长迟缓的发展史证明:只依赖自然界小循环的有机农业在历史长河中作用的局限性,正是依靠了无机肥料工业的突飞猛进,世界农业才能提供和基本满足人口膨胀和其它事业需求的粮食。中国在 1949 年前基本上处于依赖有机肥料的状态,那时生产力低下除了人为因素外,肥料使用水平不高也是原因之一。正是由于我国化肥工业的长足进步,才保证了近 50 年来人口翻 3 倍的粮食需求,以不足世界 10% 的耕地养活占世界 22% 的人口,这是一个世界瞩目的成就!目前,渡过了温饱阶段的中国人民正向小康和中等发达国家迈进,无机肥料的巨大作用是一个无可争议的事实^[8]。

英国洛桑试验站始于 1843 年的长期肥料试验证明,使用 NPK 无机肥料与豆科绿肥的翻压相结合,不仅使小麦的产量不断上升,而且使土壤肥力不断更新提高,保证了土壤的可持续利用。而不施无机肥料,只有豆科绿肥的小区,不仅小麦产量逐渐下降,土壤肥力也急剧蜕化^[9]。

但是,过量施用肥料(无论是无机的或有机的),

或者偏施某一种(些)肥料;不重视有机肥与无机肥的合理配合使用;或者把有机废弃物、人畜(禽)排泄物任意堆放、而不加以利用、或直接排入水体等,均会导致局部地区的生态环境问题:如对大气的污染,地下水 NO_3^- -N 含量超标,水体富营养化、重金属污染以及土壤肥力衰退等^[9-11]。因此,全世界的科学家已开展了广泛的努力:科学施肥,既能保持和改善土壤质量和生产力,满足人类社会对粮食和其它生活用品的数量和品质的要求;又能使生态环境受到良好的保护,实现农业和人类社会的可持续发展。作者将就(1)施肥与大气环境质量,(2)施肥与水环境质量,和(3)施肥与土壤健康质量的关系及防治对策等分别进行综述。以便使公众对肥料在粮食和“绿色”食品生产上的作用有正确的认识,对“过量施肥、或偏施某种(些)肥料”带来的负面作用及防治措施有全面的了解。

1 施肥与温室效应和全球变暖

太阳光穿过地球外围的大气层时,大部分长波辐射能被大气吸收,而短波辐射则抵达地表加热了土壤。地球表层的近红外线又向大气辐射,使大气的温度进一步升高。能量的传递在大气层与地表之间循环往复,使地球表层的大气层温度维持在 $15\text{ }^\circ\text{C}$ 左右而适于人类居住。假如地球没有了这一层大气的保护,则也会与月亮或其它星球一样成为“广寒宫”,平均温度可能在零下 $22\text{ }^\circ\text{C}$ 左右。如同“日光温室”的玻璃或塑料薄膜,冬季在阳光照射下温室内的温度升高,夜晚也能维持比室外高的温度一样,大气层的这个作用就是所谓的“温室效应”。

工业化之前大气层中对“温室效应”负责的温室气体组分是 CO_2 , CH_4 , N_2O 和水气,其在大气中的浓度相对稳定,吸收热量和释放能量的平衡使地球表层大气的温度稳定地维持在 $15\text{ }^\circ\text{C}$ 左右。因此“温室效应”是客观存在的自然现象,而且是有利于人类生存的。但工业化后的现代社会,越来越多地消耗石油、煤炭、天然气,越来越多的森林被毁坏,使得向大气排放的 CO_2 、 CH_4 和 NO_x 急剧增加,而森林吸收的 CO_2 日趋减少,裸露的土地加强了土壤有机质的氧化,使大气层中温室气体的浓度大大上升。表 1 是最近 400 年来大气中温室气体组分浓度的变化^[12,13]。

随着大气中温室气体组分的浓度上升,使保持吸收的热容量增加,因而可导致全球变暖。根据预测,2025 年的全球气温比 100 年前将上升 $2\text{ }^\circ\text{C}$,而 2100 年时将上升 $4\text{ }^\circ\text{C}$ 。全球气温的变暖,将使两极

表 1 地表温室气体浓度 ($\mu\text{l} / \text{L}$) 变化、近 50 年平均增长率及对全球变暖的贡献率 (%)Table 1 Change in concentrations of principal greenhouse gases in the surface air ($\mu\text{l} / \text{L}$) and its contribution to global warming (%)

| 气体种类 | 1600 年 | 1800 年 | 1950 年 | 1995 年 | 增长率 (%) | 贡献率 (%) |
|------------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| CO ₂ | 280 | 280 | 311 | 361 | 0.2~0.5 | 50 |
| CH ₄ | 0.7 | 0.8 | 1.15 | 1.73 | 0.9 | 19~25 |
| N ₂ O | 0.28 | 0.28 | 0.29 | 0.32 | 0.2~0.3 | 4 |

的冰山、积雪融化,海平面上升。例如到 2030 年海平面的上升达 20cm,不仅影响到工农业生产和人们的生活,而且使人类的生存空间也大大缩小。为此引起了全世界的密切关注。1997 年世界各国签署了“温室气体公约”,以图全球共同努力减少向大气排放温室气体,保护我们共同生存的家园——地球。

表 1 数据说明了对全球温室变暖的主要贡献来自于 CO₂ 和 CH₄ 两种温室气体组分。NO_x (N₂O) 的贡献仅为 4%,而且数量增加也不明显。但作者将在本文中讨论 N₂O 的增加对于近地面臭氧(O₃)的形成和同温层 O₃ 层破坏而引发的环境与健康问题。

1.1 二氧化碳 (CO₂)

CO₂ 对全球气候变暖的贡献率达 50%左右,其浓度的增加主要是人类的工业生产所致。例如 1990 年全球排放的 CO₂ 为 28×10^8 t/年,其中 79% 是燃烧石化燃料引起的(达 22×10^8 t/年),另外因森林被毁、土壤有机质氧化增加所产生的排放量有 1.8×10^8 t/年,占 6%^[14]。

与农业和施肥有关的 CO₂ 的排放有:肥料生产过程中石化燃料的燃烧;肥料运输和机械施肥所用机械的燃油消耗;秸秆等农业废弃物的焚烧;堆肥发酵过程 CO₂ 的释放;土壤耕作增加的有机质氧化等等。当然有机肥的使用、秸秆还田等都会增加土壤 CO₂ 的排放。徐琪等^[15]报道稻麦两熟稻田生态系统中土壤排放的 CO₂ 量:不施肥的为 4.4 t/hm^2 ,施肥的为 $4.8 \sim 7.1 \text{ t/hm}^2$ 。其中施粪肥的最高,粪肥 + 无机肥的其次,秸秆 + 无机肥的是再次,施无机肥的为最低。

大气中 CO₂ 浓度的增加,被海洋吸收占 37%,约有 57% 滞留在大气层。大气 CO₂ 浓度增加使植物光合作用功能强化,因而导致森林、农作物对 CO₂ 的同化量也增加达 13%。但排放总量还是大于吸收,故全球 CO₂ 的浓度属净增加。到 2050 年全球大气中 CO₂ 的浓度将高达 $440 \sim 660 \mu\text{l/L}$ ^[14]。因此,减少 CO₂ 的排放仍是全球共同的努力目标。

从农业施肥及土壤管理看,任何增加农作物产量的措施都将意味着增加 CO₂ 固定,例如每增产 1t 玉米 将可多固定 1.28 t CO_2 ^[16]。徐琪等研究指出^[15],

在稻麦两熟制的条件下,每年固定的有机 C:不施肥时为 8.7 t/hm^2 ,施肥后增加到 $15.6 \sim 16.6 \text{ t/hm}^2$,提高 24%,而且是施无机肥增加最多,施有机肥增加最少。使用 N 肥促进森林的生长,也能增加森林对 CO₂ 的吸收,有利于大气中 CO₂ 浓度的下降。包括中国在内的北半球的大多数林木,都是因为 N 肥供应不足而使林木生长不良,调节森林土壤的 N/C 比值和 N/S 比值,以及退耕还林等措施,都将有利于降低大气中 CO₂ 浓度,还能缓解土壤酸度的下降^[14]。

1.2 甲烷 (CH₄)

CH₄ 对全球气候变暖的贡献率达 20%~25%,近来的增长率是所有温室气体中最高的(每年达 0.9%)。但是 CH₄ 在空气中的存在时间较短,一般只有 12 年^[13]。其浓度变化比较敏感而且速度快,比 CO₂ 快 7.5 倍^[14]。

自然界排放 CH₄ 的源主要是湿地、滩涂,每年为 1.5×10^8 t,而人为活动导致的 CH₄ 的排放量则每年达 3.3×10^8 t,其中农业生产中反刍动物导致的排放及畜禽排泄物堆放过程中的排放、土壤的排放及热带草原和秸秆焚烧过程中的排放达 1.9×10^8 t^[14]。

土壤中 CH₄ 的排放主要受土壤通气状况——氧化还原电位控制。因为 CH₄ 是在强还原条件下产甲烷细菌作用于土壤有机质而产生的。因此,在稻田施用有机肥既增加了 C 源,又强化了土壤还原条件使之有利于增加 CH₄ 的排放。全球稻田 CH₄ 的排放量为 31.48 Mt/年 ,即每年 3×10^7 t 左右,约占全球人为活动导致的 CH₄ 排放总量的 10%,不占主要地位,其中因使用有机肥而排放的 CH₄ 占稻田排放量的 45%^[14]。

孟加拉国农业中 CH₄ 的排放总量为 970.0 Gg/年 ,其中畜牧业(包括其排泄物)的 CH₄ 排放量为 526 Gg/年 ,占 54%。孟加拉国共种植灌溉水稻为 674 万 hm^2 ,因为气候炎热,又为节水而采取间歇灌水,因而稻田排放 CH₄ 的通量要高于中国,达到 $0.20 \sim 0.23 \text{ g/(m}^2 \cdot \text{年)}$ 。灌溉稻田 CH₄ 排放总量为 439 Gg/年 ($257 \sim 622 \text{ Gg/年}$),占该国 CH₄ 排放总量的 44%,而因焚烧秸秆和堆肥导致的 CH₄ 排放仅为 5.0 Gg/年 ,占该国总排放量 2%左右^[17]。根据 2001

年在南京召开的亚洲稻田 CH₄ 排放会议的报告认为, 中国、印度在内的全球稻田每年排放 CH₄ 的总量大约为 IPCC 1990 估算量的 1/3~1/5, 即 $2 \times 10^7 \sim 4 \times 10^7$ t/年, 仅占全球大气 CH₄ 总来源的 6%。稻田 CH₄ 排放不是大气 CH₄ 增加的原因, 对全球气候变暖的贡献可以忽略不计。

施用 N 肥特别是含有 NO₃⁻ 和 SO₄²⁻ 的 N 肥 (如硫酸铵及硝态 N 肥); 施用普通过磷酸钙 (SP) 及硝酸磷肥等 P 肥都能显著抑制甲烷细菌的活动。因为 NO₃⁻ 和 SO₄²⁻ 均可提高或维持土壤的氧化还原电位, 而且其还原产物如 H₂S, N₂O, NO 等对甲烷细菌有毒害作用, 使 CH₄ 的产出下降。国内外的许多试验都已证明了这一点 (表 2)。

表 2 N 肥品种对稻田 CH₄ 排放的影响^[18]

Table 2 Effect of nitrogen fertilization on methane emission from wetland paddy field

| 处 理 | 平均通量 (mg/(m ² h)) | 相对量(%) |
|---------------------------------|---------------------------------|--------|
| 不施 N 肥 | 3.31 | 100 |
| 硫酸铵 (N 100 kg/hm ²) | 1.91 | 58 |
| 硫酸铵 (N 300 kg/hm ²) | 1.34 | 40 |
| 尿素 (N 100 kg/hm ²) | 3.07 | 93 |
| 尿素 (N 300 kg/hm ²) | 2.85 | 86 |

2 施肥与氨 (NH₃) 及氮氧化物 (NO_x) 的排放和人畜健康

由于自然的和人为的活动, 使 N 化合物 (NH₃、NO_x、N₂O) 向大气排放的数量不断增加。据一些科学家估计, 每年 N 化合物的总排放量达 1.18×10^8 t N (118Mt/年), 67% 是人为活动所致。其中 NH₃ 的年排放总量为 5.3×10^7 t N (53Mt/年), NO_x 为 4.8×10^7 t/年 (48Mt/年), N₂O 为 1.6×10^7 t/年 (16Mt/年)。农业生产和施肥在 NH₃、NO_x 的排放中占有一定的份额^[12, 14, 19]。

排放到空气中的 N 化合物 (NH₃、NO_x 和 N₂O), 极大部分仍将返回地面^[20]。以大气干沉降 (尘埃或气体交换) 和湿沉降 (降水) 的形式返回地面的数量很大, 如西欧国家是 N 10~40 kg/(hm² 年), 北美为 N 1.1~55.6 kg/(hm² 年)^[14], 我国约为 N 9~20 kg/(hm² 年)^[21]。N 化合物的排放与沉降的有益方面是增加了农田的 N 素, 但过量 N 的干湿沉降对农田生态环境也未必是好事。因为从负面的影响来看, N

化合物的沉降是酸雨的主要原因之一, 不少 N 化合物也是温室气体的组分, 对地表水的富营养化也可能有贡献 (参见本系列论文(2))。NO_x 与 O₃ 的关系及与此有关的人畜和植物健康有关问题将是本文讨论的主题。

2.1 氨 (NH₃)

据估计, 全球每年排放 NH₃ 的总量是 5400 万 t, 其中 75% 是人为活动所致。农业生产是主要的 NH₃ 挥发源, 每年达 4100 万 t, 占总排放的 76%。其中畜牧业及其排出的粪尿的 NH₃ 挥发量每年是 2200 万 t; NH₄⁺-N (包括有机 N 肥和无机 N 肥) 施用后从农田挥发的 NH₃ 达 900 万 t/年, 草地及其它作物残茬的焚烧产 NH₃ 达 600 万 t/年, 直接从作物叶面挥发的 NH₃ 也达 400 万 t/年^[12]。

从地区来看, 亚洲对全球 NH₃ 挥发的贡献率最大达 50%, 印度次大陆、中国都是农业大国, 是使用尿素和碳酸氢铵最多的国家, 再加之稻田和很多石灰性旱地上的 NH₃ 挥发损失特别多等。欧洲位居第二, 因为欧洲有全球最发达而且养殖密度很高的畜牧业 (奶、肉、皮、毛等的生产), 反刍动物本身及其排泄的粪尿中有 30% 的 N 是以 NH₃ 挥发损失的^[14]。

旱地, 特别是石灰性土壤上撒施尿素, 碳酸氢铵的 NH₃ 挥发损失很大, 一般为所施 N 量的 10%~25%^[22, 23]; 在水田, 由于灌溉稻田表面水层的 pH 高达 7~8, 撒施或分次施用尿素 (或碳酸氢铵) 的 NH₃ 挥发量很大, 有时高达所施 N 量的 40%~50%^[20, 24, 25]。因此各种 N 肥的深施技术: 旱地的雨前表施、施后灌水、条深施、粒肥深施等, 以及水田中的以水带 N、机前肥、条深施、球肥深施、大粒 N 肥深施 (碳酸氢铵和/或尿素) 长效碳酸氢铵等等, 都是以减少铵态 N 肥暴露于空气中的时间为目标来减少 NH₃ 挥发, 而且都有较好的效果。

有机 N 肥施于土表, 或在堆制过程中的 NH₃ 挥发同样是十分严重的。将有机肥耕翻入土、堆制时加土覆盖, 减少其直接暴露空气的时间, 让覆盖的土层来吸收挥发的 NH₃, 同样是十分有效的办法。

NH₃ 在空气中本来就有, 大气中 NH₃ 的本底值为 2μg/m³。这是动植物能正常代谢吸收和释放的浓度^[14]。

大气中 NH₃ 的浓度过量, 可能出现危害动植物健康的问题。作者曾在美国的温室条件下观测到高浓度 NH₃ 对烤烟幼苗的毒害症状: 开始时叶片呈被

热水烫伤般,然后枯焦脱落^[26]。圈养畜牧场、堆肥工厂或垃圾填埋场的强烈臭味即 NH₃ 刺激,对操作工人和周围居民的健康是有害的,采取减少 NH₃ 挥发的措施(吸附、覆盖)和强烈的通风来驱散 NH₃ 气是必要的劳动保护条件。

据 De Datta 报道,从农田挥发的 NH₃ 绝大多数仍然降落在原地的农田和水体^[20]。因此,它既是农田 N 素的来源,也可能是诱发水体富营养化的 N 源之一(参见本系列论文(2))。

2.2 氮氧化物(NO_x: NO₂、NO)和氧化亚氮(N₂O)

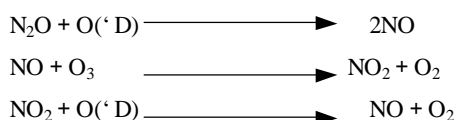
NO_x 的主要给源是汽车或其它燃油装置的尾气;它们可以随风漂移到郊区农村,甚至更远距离的地方,以干(尘粒)湿(降雨)沉降的形式污染环境。

全球每年排放的 NO_x 达 4800 万 t 左右,其中 65% 是人为原因造成的。其中北美占 25%,欧、俄、非洲、亚洲各占 10%^[14]。

NO_x (NO) 也可以由土壤的反硝化过程产生。根据 Veldkamp 和 Keller^[27] 估计,大约有 0.5% 所施 N 肥是以 NO 的形式损失。

近地面环境中 NO_x 在阳光的作用下与氧气(O₂)反应,形成臭氧(O₃),组成化学烟雾,刺激人、畜的呼吸器官。在农田则对农作物产生危害,最典型的是导致烟叶的赤星病,在阳光强烈照射下,形成的 O₃ 对具有庞大叶面积烟株的伤害,表现为叶面出现了密密麻麻的褐红色斑点,使光合作用受挫,烟叶的产量和烘烤后烟叶的质量下降。我国的黄淮烟区、东北烟区、云贵烟区及长江中下游烟区每年都有赤星病发生,损失不小。据 Anon^[28] 报道,美国各种农作物(包括烤烟)受 O₃ 危害的损失每年高达 30 亿美金。

土壤反硝化过程中也排放出 N₂O。N₂O 是温室气体组分之一,对全球变暖的贡献率约为 4%(表 1)。它具有较稳定的化学性质,是作物不能利用的 N 素形态。从地面到 16 km 高空的同温层, N₂O 形成一个由低到高的浓度梯度,进入 O₃ 层的 N₂O 与 O₃ 发生如下反应,是其在地面形成 O₃ 的逆反应^[9; 11] :



上述反应不断地消耗 O₃,使 O₃ 层受到破坏,直到出现新的平衡。因此 N₂O 浓度的增加对 O₃ 层的保护是不利的。O₃ 层是使地球上的生物免遭紫外线辐射的保护者,对人和生物的安全有至关重要的作用。

有人报道,每减少 1% 的 O₃,将增加 2% 的紫外线辐射,使 10 万人的视力衰退,甚至失明。同时可约使 5 万人处于诱发皮肤癌的威胁中(例如在两极和南太平洋地区, O₃ 层空洞危害的地方是皮肤癌的高发区)。因此,减少 N₂O 排放的各种抑制反硝化作用的措施,不仅有利于提高 N 肥的利用效率,减少 N 素损失的经济意义,更具有降低温室效应,防止 O₃ 层破坏,保护人畜健康的重大环境和生态学意义。

3 结语与建议

无机肥和有机肥都是人类可持续发展不可或缺的资源。只要科学使用不会对环境和生态造成负面影响,不良施肥可能对大气环境的威胁主要来自有机肥,

过量使用有机肥可促进土壤中 CO₂ 和 CH₄ 气体的排放;有机肥和畜禽粪肥堆放场地有大量 NH₃ 气污染,对人居、工作和生活都带来不愉悦的环境,应采取覆盖吸收、封闭抑制、通风驱散等有效办法防治。

无机肥料的合理使用,将增加有机质的固定,减少 CO₂ 和 CH₄ 气体的排放。但秸秆、杂草和枯枝落叶、人畜(禽)排泄物的焚烧可直接向大气排放大量的 CO₂、CH₄ 及固体微粒,使城乡空气严重污染,还妨害飞机起降,高速公路汽车的通行。应立法禁止,杜绝机场周边和公路沿线有机物的焚烧。

有机肥和无机 N 肥的过量使用,都会导致土壤 N 素积累。在厌氧还原条件下,土壤中的反硝化作用有 N₂O 的排放。N₂O 在近地面增加 O₃ 的形成,而到达同温层的 N₂O 则破坏 O₃ 层,两者都对人体健康及作物生长有负面效应,要着力避免 N 肥用量过头和采取减少反硝化作用的耕作措施,可使此类负面效应降低。

参考文献

- 1 Mengel K and Kirkby EA. Principles of Plant Nutrition. Intern. Potash Ins. Bern. 1982
- 2 Marschner H. Mineral Nutrition of Higher Plants. London: Academic Press, 1987
- 3 何念祖,孟赐福编著. 植物营养原理. 上海: 上海科学技术出版社, 1987, 6~7
- 4 史瑞和等编著. 植物营养原理. 南京: 江苏科学技术出版社, 1988, 4~15
- 5 何念祖,孙其伟编著. 植物生长的有益元素. 上海: 上海科学技术出版社, 1993, 1~6
- 6 李阜棣,胡正嘉. 微生物肥料在持续农业中的作用. 见:

- 中国土壤学会编写组编. 土壤科学与农业持续发展. 北京: 中国科学技术出版社, 1994, 169~176
- 7 沈善敏主编. 中国土壤肥力. 北京: 中国农业出版社, 1998, 24~25
- 8 曹志洪. 科学施肥与中国的粮食安全. 土壤, 1998, 30(2): 57~63
- 9 Bockman OC, Kaarstad O, Lie OH and Richards I. Agriculture and Fertilizers. Norsk Hydro Oslo. 1990, 123~128
- 10 Engelstad OP. Fertilizer Technology and Use. Soil Science Society of America, Madison Wisconsin, USA, 1985, 350~357
- 11 曹志洪. 化肥-环境与农业持续发展. 见: 中国土壤学会编写组编. 土壤科学与农业持续发展. 北京: 中国科学技术出版社, 1994, 183~195
- 12 Bouwman AF. Soils and the Green house effect. John Wiley and Sons, UK, 1990, 205~209
- 13 Houghton J. Global Warming, the complete briefing. 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1997
- 14 Lagreid M, Bockman OC and Kaarstad O. Agriculture, Fertilizers and Environment. Norsk Hydro ASA Porsgrunn, Norway, CABI publishing, 1999, 122~157, 174~180
- 15 徐琪, 杨林章, 董元华. 中国稻田生态系统. 北京: 中国农业出版社, 1998, 50~103
- 16 鲁如坤等著. 土壤-植物营养学原理与施肥. 北京: 化学工业出版社, 1998, 423~443
- 17 Sultana R and Anwar L. Emission of Green-house Gases From Agricultural sources and its Mitigation in Bangladesh. In Soil Quality Management and Agro-ecosystem Health. Proceeding of Fourth International Conference East and Southeast Asia Federation of Soil Science Societies. Cheju, Korea 1997, 476~478
- 18 蔡祖聪. 土壤痕量气体研究展望. 土壤学报, 1993, 30(2): 117~124
- 19 Mosier A, Kroeze C, Nevison C, et al. Closing the global N₂O budget: nitrous oxide emission through the agricultural nitrogen cycle. Nitrogen cycling in Agro-ecosystems, 1998, 52:225~248
- 20 De Datta SK. Nitrogen transformation in wetland rice ecosystems. Fertilizer Research, 1995, 42: 193~203
- 21 朱兆良, 文启孝主编, 中国土壤氮素. 南京: 江苏科学技术出版社. 1992, 169~176
- 22 曹志洪. 碳铵长效肥的研制. 土壤学报, 1980, 17(2): 143~154
- 23 李仲林, 曹志洪. 石灰性土壤上氮肥施用方法对春小麦氮素利用率的影响. 土壤, 1984, 16(3): 134~137
- 24 Cao ZH, De Datta SK, et al. Effect of placement methods on floodwater properties and recovery of applied N (¹⁵N labeled urea) in wetland rice. Soil Sci Soc Am. J., 1984, 48: 196~203
- 25 Cao ZH, De Datta SK, et al., Nitrogen¹⁵ balance and residual effects of urea-N in wetland rice fields as affected by deep placement techniques. Soil Sci. Soc. Am. J., 1984, 48: 203-208 ,
- 26 曹志洪主编. 烤烟营养及失调症状图谱. 南京: 江苏科技出版社, 1993, 18~19
- 27 Veldkamp E and Keller M. Fertilizer induced nitric oxides emission from Agricultural soils. Nutrient Cycling in Agro-ecosystems, 1997, 46: 69~77
- 28 Anon J. Ozone resistance sought in crop varieties to combat pollution damage. Environmental Science & Technology News, 1997, 31: 508~509

EFFECT OF FERTILIZATION ON AIR QUALITY

EFFECT OF FERTILIZATION ON ENVIRONMENT QUALITY (1)

Cao Zhihong

(Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008)

Abstract Mineral fertilizer and organic manure both are essential for sustainable development of human society. Scientific use of fertilizers never interferes with our environment and ecosystem. Overuse of fertilizers, however, whether mineral or organic, is certainly harmful to environmental and ecosystem health. Threat to air quality comes mainly from improper use of organic manure, which promotes emission of CO₂, CH₄, NH₃ and N₂O, NO_x etc.. Burning of organic materials is one of the sources of air pollution. Rational use of fertilizers, do not overuse of fertilizers (N in particular), forbid burning of organic materials in open field, cover compost and animal manure piles and control de-nitrification of soil N are important counter measures suggested for air quality protection.

Key words Fertilization, Greenhouse gases emission, Air quality