

# 科学用肥 保护环境

## Adequate Fertilization to Protect Environment

黎向东 李志先 招礼军  
Li Xiangdong Li Zhixian Zhao Lijun

(广西大学林学院 南宁 530001)

(Forestry college, Guangxi University, Nanning, 530001)

**摘要** 论述长期、大量施用化学肥料所造成的水体污染、土壤污染和大气污染等环境问题,提出改变观念、增施有机肥、研究开发新肥源、肥种、肥型和进行地面覆盖的建议。

**关键词** 化学肥料 污染 环境

中图法分类号 X 501

**Abstract** Discussed the environmental pollution of water, soil and air, as a result of long term excessive chemical fertilizer using, and suggested to change sense, increase organic manure, develop new manures and cover the earth's surface.

**Key words** chemical fertilizer, pollution, environmental

1998年4月中旬,珠江口附近海域发生大面积赤潮,引起各方面的极大关注。所谓赤潮,是沿海水体富营养化的结果,因使水体呈红色、红褐色而得名。赤潮是大自然对人类的一种惩罚,也是人类自己酿造的恶果。据国家环境保护总局自然保护司负责人在答记者问中指出,80年代以来珠江口海域由于经济迅猛发展,大量未经处理的农业、生活污水直接排入海洋,没有节制的网箱养鱼、滩涂开发、围垦等因素,都加剧了珠江口海域的富营养化。其中十分突出的是巨大的陆源污染和不科学的网箱养鱼。后者比较直观易于察觉,前者因涉及面广,且较为间接,不仅不易察觉,未引起注意,更缺乏有效的管理和控制。

陆源污染主要来自两方面,一是生活污水排放,二是农业污水,特别是施肥和农药的使用所引起。本文拟就施肥对环境的影响提出个人的看法,旨在引起有关部门、领导和同仁的注意,共同寻求科学施肥、保护生态环境的对策。

### 1 当前施肥的概况

种植业是人类社会赖以生存和发展的基础。自种植业兴起时起,人类在实践中就逐渐认识到施肥可以大大提高作物的产量和质量,并从使用粪肥、土杂肥等农家肥向施用化学肥料

转化 大量施用化肥不仅是现代农业的标志,也是当代农业增产的必要手段。据国外估算,现代农业的产量至少有 1/4 靠化肥获得,发达国家甚至达到 50%~60%。<sup>[1]</sup>除农田施肥外,还普遍进行林地施肥、培肥,如美国、日本、巴西、前苏联和澳大利亚、芬兰等都是如此。美国对南方松林的经营,单施 N 肥的施肥水平达 168 kg/hm<sup>2</sup>~224 kg/hm<sup>2</sup> (均按纯 N 计,下同),林地施肥面积达 178×10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup><sup>[2]</sup>;日本对柳杉中龄林施 N 肥量达 100 kg/hm<sup>2</sup>~200 kg/hm<sup>2</sup> (连续 3 年施肥合计),间伐至主伐期间仍施用 N 肥 100 kg/hm<sup>2</sup>;前苏联林地施肥水平为 180 kg/hm<sup>2</sup>~200 kg/hm<sup>2</sup>,并广泛采用在采伐前一个龄期进行施肥的方法;澳大利亚对桉树林施肥量则是 N 150 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 50 kg/hm<sup>2</sup>~75 kg/hm<sup>2</sup>,还加入微量元素,实行配方施肥;芬兰林地施肥面积达 3.33×10<sup>5</sup> hm<sup>2</sup>,巴西林地施肥面积占森林总面积的 2/3,并认为施肥将是今后林木增产的主导因子。仅桉树林的经营一项,全球林地施肥面积逾 1.6×10<sup>7</sup> hm<sup>2</sup>。在我国,过去的传统农业以施用有机肥为主,粪肥是主要的甚至是唯一肥源,到 50 年代初还是主要的肥料来源。但因粪肥的使用不便,劳动强度大和化肥的迅速发展,粪肥的使用已大大减少,有机肥的使用量也降到 30% 以下<sup>[3]</sup>。另一方面,化肥用量则日益猛增,70 年代以来发展尤为迅速,1967 年~1986 年间我国化肥消耗量增加了 5.3 倍<sup>[1]</sup>,到 1990 年全国化肥消耗总量已达到 21.95×10<sup>4</sup> t (折纯),平均单位面积施肥量为 N 191.6 kg/hm<sup>2</sup>,是世界平均水平 (53.9) 的 3.55 倍;次于前苏联,而与英、美、德、日、韩等诸国相接近;预计到 2000 年时,全国化肥消耗将突破 4.0×10<sup>7</sup> t,单位面积施肥量将达到 290 kg/hm<sup>2</sup> 以上<sup>[3,4]</sup>。明显地存在施肥量大, N 肥过多, P、K 肥偏少,三者比例不当的问题 (表 1),与我国土地较贫瘠,多数有机质缺乏,60% 的土地缺 P, 25% 缺 K,大面积土地缺微量元素的情况很不协调。

表 1 中国和广西化肥用量变化

年份	化肥用量				N : P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : K <sub>2</sub> O	
	全国	广西	广西占 (%)	广西复合肥	全国	广西
1980	1 269.4	39.72	3.2	0.45	1 : 0.30 : 0.05	1 : 0.45 : 0.11
1985	1 775.8	52.07	2.9	2.88	1 : 0.29 : 0.11	1 : 0.34 : 0.21
1990	2 590.3	86.24	3.3	10.14	1 : 0.33 : 0.15	1 : 0.33 : 0.36
1991		95.34		12.75		1 : 0.36 : 0.40
1992	2 930.2	103.45	3.5	14.89	1 : 0.35 : 0.18	1 : 0.37 : 0.43
1994	3 317.9				1 : 0.38 : 0.21	
1995		122.90				1 : 0.39 : 0.46

本表: 根据文献 [5, 6] 资料和《中国农业全书·广西卷》资料整理; 单位: ×10<sup>4</sup> t (均折纯量)

从表 1 可见,广西施肥水平还是比较低的,虽然年化肥消耗总量与全国一样呈迅速增长的趋势,但化肥用量仅占全国的 3% 左右。另一方面,虽然单位面积施肥量也达 200 kg/hm<sup>2</sup>,与全国平均施肥量相一致,但存在着平原、河谷产粮、种蔗区施肥量高,丘陵、山区、旱作区施肥量低的不均衡情况。如兴安县界首镇城东村施肥量达 325.5 kg/hm<sup>2</sup>,武鸣县平福村高达 345 kg/hm<sup>2</sup><sup>[5]</sup>,而桂西山区一些村屯根本不施化肥 (买不起),或仍完全实行刀耕火种的“游动种植”模式。林地施肥,我区始于 80 年代,至近年获迅速发展。特别是开展良种桉短轮伐期纸浆材经营以来,林地施肥已成为速生丰产的主要技术措施,化肥施用量大体上变动于每株施用 (0.05~0.15) 千克/穴,合 (83.25~249.75) kg/hm<sup>2</sup>。至今不仅经济果木

值得指出的是, 广西在化肥施用量不断增长的同时, 注意了 N R K 的比例, 即施用的化肥中 R K 肥的比重不断地提高, 接近国外认为较合适的 1: 0.5: 0.5 的比例, 同时复合肥使用量的增加和一些专用复合肥的出现标志着正在迈出配方施肥的步伐。

## 2 施肥与环境污染

施用化肥是全球种植业的必要举措, 其规模和影响范围之大可以说举世无双, 必将对区域和全球的生态环境产生重大的影响, 如果施肥量过多或施肥的方式方法不当, 必然会造成环境的污染, 对此, 早已引起学术界的注意, 并提出了减少化肥用量的呼吁<sup>[4,7]</sup>, 只可惜尚未引起足够的重视。

同时, 由于施用化肥所造成的后果, 并不象工业“三废”、城市生活污水和垃圾等那样集中, 那样显而易见, 属于非点源的面污染源, 也就不易引起人们的关注, 不可能象对待工业废水、废气和噪声干扰那样受到群众的监督、举报和查处。一句话, 施用化肥所引起的环境问题是比较隐蔽、比较迟缓的污染, 其影响的范围和危害却十分广泛, 必须引起高度的重视。从许多试验研究和区域调查结果看, 长期不适当的施用化肥会造成水体污染、土壤污染和大气污染, 不仅造成区域性的危害, 还将引发全球的环境问题。

### 2.1 化肥与水体污染

农用化肥造成地面水和地下水的污染是近年来研究的热点, 对施用 N 肥所引起的污染尤其受到关注, 研究较多。研究表明, 由于当前使用的 N 肥主要是碳铵 (占 60%) 和尿素 (占 35%), 都属易溶于水, 且尿素是不易被土壤吸附的化合物, 故很易流失造成污染, 流失量达 33%~74%, 平均为 60%<sup>[3,5,8,9]</sup>。虽然 P 的移动性小, 不易流失, 但是也会随径流造成水体富营养化。因此, 农业生产长期大量地施用化肥, 已成为地表水和地下水污染的主要来源。

据张夫道的报道, N 肥施用后的流失, 因土地而有很大的差异, 在旱地土壤中施用, 总损失率为 33.3%~73.6%, 在水田中为 35.7%~62.0%, 其中淋溶损失占 10%, 地表径流损失占 15%, N 肥的总利用率为 20% 左右。在严重的水土流失区施用 N 肥几乎可全部被淋失<sup>[8]</sup>。在广西, 水田常常采用串灌方式的地方, 流失量也明显增加。吕忠贵等认为 N 肥的流失量随施肥量的增加而增加, 每增施 N 肥 1 kg/hm<sup>2</sup>, 肥料 N 随冲刷的流失量将增加 0.086%~0.091%<sup>[4,9]</sup>, 显然是施肥过多, 作物来不及吸收利用和土壤无法吸附的结果。孙彭力认为, N 肥的淋溶量与施肥量呈正相关, 存在着  $y = 16.2222 + 0.1364x$  的线性关系 ( $r = 0.9847$ ), 即每增施 1 kg N 肥, 淋溶量即增加 0.1364 kg, 占肥料量的 0.043%<sup>[4]</sup>, 硝酸盐的径流流失和淋溶流失分别是地表水和地下水污染的重要来源。因此, 大量施用 N 肥的结果, 就不可避免地使地面水和地下水受到污染。

国外资料表明, 在法国、前苏联、荷兰和美国, 其地下水的硝酸盐浓度达到 400 mg/L~500 mg/L 已是常事, 有时还可达到 500 mg/L~700 mg/L, 比世界健康保护组织规定的极限值 (45 mg/L) 高出 10 倍以上<sup>[4]</sup>。

据李勇报道, 广西兴安县界首镇城东村高 N 施肥区, 地面水污染指数为 1.09, 井水污染指数为 1.16, 武鸣县平福村高施肥区, 地面水污染指数为 1.16, 均处潜在性污染状态<sup>[5]</sup>。

从总的情况分析, 全世界施用的 N 肥约有 1/3 经土壤淋溶而进入地下水、池塘、湖泊, 最后进入海洋<sup>[10]</sup>。我国 1997 年环境状况公报表明, 珠江口海域依然是近岸污染较严重的海域之

西,对此已作出了不小的“贡献”,为保护海岸和海洋的生态环境,无疑也应负起责任

## 2.2 化肥对土壤的影响

长期大量施用化肥对土壤的影响,主要表现为使土壤的 pH 值发生改变(视肥料种类而异,使土壤酸化或碱化),而不利于作物生长,并有损土壤的物理性状(如结构变坏等),进一步加速养分淋溶损失。

此外,施用 P 肥还可能对土壤直接造成土壤污染,包括 F 污染,放射性污染, Cd 等重金属污染物污染和其他残留污染物质的污染,这些物质都是 P 肥在生产过程中混入和保存下来的成分<sup>[8]</sup>。

## 2.3 过量施用化肥对作物的不良影响

种植者总认为给植物多施肥总会有好的结果。但据胡才人等的报道,过量施用 N 肥,水稻长势过旺,叶纹枯病和叶瘟病都有加重的趋势。施用 N 肥过多而贪青的稻田是三化螟虫首选的危害对象也已众所周知。不按比例施肥,过多地施用某种化肥的结果,往往破坏了土壤中、植物体中营养元素间的正常比例关系,从而损害植物对养分的吸收和利用,最终也影响其收成。因此,早在 1992 年,赵定国就提出“限制肥料的施用量”的呼吁,认为减少用肥量(当然是化肥) 20% 也不会使产量减少 2%<sup>[7]</sup>。唐英豪在吉林对玉米进行的减 P 施肥(平均减 37.5%) 研究还表明,减 P 后生产量反而增加了<sup>[11]</sup>,原因是原来施 P 过多,造成比例失调,影响了其他肥料的利用率。

统计资料表明,1990 年我国平均单位面积施 N 肥  $191.6 \text{ kg}/\text{hm}^2$ ,为世界平均水平的 3.5 倍,而谷物产量仅为  $20.95 \text{ kg}/\text{kg N}$ ,不到世界平均值的  $1/2$  ( $49.49$ )<sup>[4]</sup>,南方的一些地方甚至出现了增施化肥后粮食反而减产的现象<sup>[11]</sup>,值得我们深思。

## 2.4 化肥与大气污染

化肥与大气污染之间,很多人不大愿意把它们联系在一起,但随着“地球变暖”的全球性问题日益受到关注,对温室气体  $\text{CH}_4$  和  $\text{N}_2\text{O}$  的来源、数量和在大气中含量变化的研究十分活跃,而所有研究均表明,施肥均有利于这些温室气体的产生,并认定稻田是大气中甲烷的主要人为来源,分别占大气甲烷总来源的 20% 和人为来源的 30%<sup>[6]</sup>;同时,土壤施用 N 肥后,通过反硝化作用转化为  $\text{N}_2\text{O}$  释放到大气中,既是 N 的损失,又增加了大气中温室气体的量,还因  $\text{N}_2\text{O}$  经紫外线作用后产生的 NO 参与臭氧的催化作用,引发臭氧层的损耗。当然,不同的肥料,其释放量是不一样的。

研究表明,施用有机肥将释放更多的甲烷,而施用 N 素化肥则  $\text{N}_2\text{O}$  的释放量较大。有机肥在土壤中经嫌气细菌的作用产生  $\text{CH}_4$ ,是沼气形成的基本机制;在反刍动物的胃中  $\text{CH}_4$  以同样的方式产生并排出体外,两者都是大气中  $\text{CH}_4$  的重要来源。据董红敏的资料,1990 年我国反刍动物排放的  $\text{CH}_4$  为  $5.796 \times 10^4 \text{ t}$ ,占全球的 7.2%,禽畜粪便分解释放的  $\text{CH}_4$  为  $1.249 \times 10^4 \text{ t}$ ,占全球动物粪便  $\text{CH}_4$  排放量的 5%;而稻田排放的  $\text{CH}_4$  为  $9.189 \times 10^4 \text{ t}$ ,比反刍动物排放及禽畜粪便分解释放的总量还多  $2.14 \times 10^4 \text{ t}$ ,即多 30%<sup>[12]</sup>,可见,水稻田是大气中  $\text{CH}_4$  的主要来源。

武志杰指出,当今大气中  $\text{N}_2\text{O}$  含量比 25 年前增加了 3 倍,与 N 肥消耗量的增长相一致<sup>[10]</sup>。农业部环保监测研究所经过研究,预测到 2020 年时,如果化肥的施用量仍按目前的速率增长的话, $\text{N}_2\text{O}$  的排放量将达到 1990 年时的 3.27~5.32 倍,而  $\text{CH}_4$  则可控制在一定的水

大,也更具有妥协性

### 3 应该采取的基本对策

从前面分析可见,连续大量地施用化肥与持续发展存在很大的不协调性。改变现有的施肥状况,实行科学施肥,不管从种植业本身还是从环境保护的要求看,都是十分必要的,因而国际上出现了自然农业、有机农业、生态农业、腐殖质农业等等所谓替代现代农业的思想和尝试,目的都在于限制或拒绝化肥、农药,崇尚“与自然秩序相和谐”,反对滥用化肥、农药,提倡遵循生态经济学规律,重视生态系统的整体效益和循环再生。美国 1985 年的农场法即提出低投入持续农业研究,就是对过去靠化肥、农药、除草剂的高投入农业的一种挑战,并成立相应的组织开展试验,农民参加十分踊跃<sup>[15]</sup>,可见一斑。

但是要改变现有的施肥状况,实际就是一场新的农业革命,牵涉面十分广泛,涉及各方面的观念和实际利益,绝不是一朝一日可就的。从当前我国广西情况看,下列措施是可以考虑逐步加以实施的。

#### 3.1 各级领导要改变观念,尊重客观规律,克服长官意志瞎指挥

从一定角度来说种植业仍是半靠天吃饭的事业,必须从客观实际出发,那里适宜种什么就种什么,不必强求。对此,我们过去做了大量的工作,完成了不少的区划和规划,较好地作出各地的种植业规划布署。这与目前一些地方出现的领导说了算,强求“大面积连片”形成规模,热衷于搞十里水果带,百里经济林、竹林的壮观场面,为追求政绩而强求“一年种植,二年投产,三四年见成效”的急功近利式的做法是不相容的。要知道这种主观安排和要求常是多施肥,尤其是多施化肥的根源。因为要实现大面积连片,要形成壮观场面,要早收益,就必然出现“不适”地段也要“适”的情况,那就只有“加工加肥”一条了!何况还有“没有高投入就没有高产出”的理论在支撑呢!

纵观历史,我们是有过教训的,现在是应该认真地回顾和总结经验教训,认真分析过去的区划、规划,采纳其合理的部分,“顺应自然规律”,停止长官意志瞎指挥的时候了。

#### 3.2 大力提倡使用有机肥,提高施肥中有机肥的比重

广西地处低纬度,温度高湿度大,有机质分解快,淋溶和流失都较强烈,使土壤有机质含量偏低,有的还不到 1%,因此大力提倡多施有机肥的重要性、必要性是显而易见的,包括要充分利用人畜粪便,秸秆等等。鉴于有机肥的使用较困难,既脏又臭,因此一方面要大力宣传施用有机肥的好处和过多施用化学肥料的害处,另一方面也要在施用方法和工具上寻求解决办法。同时,鉴于有机肥直接施入土中后,有增加  $CH_4$  排放问题,因而在提倡加大有机肥用量时,需与环卫、能源等部门综合考虑寻求解决办法,即人畜粪便、垃圾、秸秆等应先经沼气发生池处理,利用沼气作能源,沼气渣用于施肥,以一举解决能源、卫生和肥源问题,一体化统筹解决。这在城郊和农村都应适用的,一些地方也已取得了明显的成绩。

#### 3.3 开展土、肥研究,逐步实现配方施肥,因土、因作物施肥

当前我区施肥比例还较好,对进行配方施肥比较有利,要在过去土壤普查的基础上,分片分区深入开展细致的土壤肥力调查和评价,同时对主要作物(含造林树种)的实际需肥量进行系统的试验研究,进行区域环境监测,为逐步实现配方施肥和专用肥生产作准备。显然这已属基础性研究范畴了,不过应完全可以结合生产开展,为生产服务,对此,过去注意得

### 3.4 研制和开发新肥源 肥种、肥型, 尤其要注意开发生物肥源, 把施肥和培肥结合起来

除了传统的根瘤菌肥、菌根肥外, 近年来已有试验开发的如包膜化肥、EM (有效微生物群) 的应用、PSB (光合细菌) 用于粪肥处理等, 都值得很好的扶持, 注意研究、开发和推广利用。从一些已推广的地方看, 既提高了作物产量和品质, 土壤也得到改良, 很有前途, 问题是要防止商品化过程中作假。

### 3.5 提倡地面覆盖, 减少水土流失

在我区由于降雨集中且多暴雨, 水土极易流失, 因此对耕地 (特别是林地) 进行覆盖是十分有效的防止流失的措施。如果能利用低层植物开展多层经营式的地面活覆盖当然最为理想, 实行死覆盖 (如盖草和枯枝落叶的保存) 都应认为是十分有益的, 既减少流失, 又可减少蒸发, 提高土壤水的有效性, 可谓一举两得。

## 参考文献

- 1 徐 谦. 我国化肥和农药非点源污染状况综述. 农村生态环境, 1996, 12 (2): 39~ 43.
- 2 H. Lee Allen. 林地施肥. 国外林业, 1988, 3: 8~ 13.
- 3 朱秀杰. 我国有机肥利用现状及合理利用的技术措施. 农村生态环境, 1997, 13 (2): 56~ 59.
- 4 孙彭力. 氮素化肥的环境污染. 环境污染与防治, 1995, 17 (1): 38~ 41.
- 5 李 勇. 我国东南丘陵区化肥农药污染状况分析. 农村生态环境, 1998, 14 (1): 24~ 30.
- 6 谢小立等. 施肥对稻田甲烷排放的影响. 农村生态环境, 1995, 11 (1): 10~ 14.
- 7 赵定国. 限制肥施用量减少化肥的面源污染. 农村生态环境, 1992, 8 (4): 54~ 55.
- 8 张夫道. 化肥污染的趋势与对策. 环境科学, 1985, 6 (6): 54~ 59.
- 9 吕忠贵, 杨 圆. 浅析 NP化肥的使用, 利用及对农业生态环境污染. 农业环境与发展, 1997, 14 (3): 30~ 34.
- 10 武志杰. 化学肥料与环境保护. 农业环境保护, 1994, 13 (6): 279~ 282.
- 11 唐英豪等. 生态农业建设中减磷施肥研究. 农业环境与发展, 1996, 13 (2): 25~ 26.
- 12 董红敏. 中国农业系统甲烷排放量的初步研究. AMBIO人类环境杂志, 1996, 25 (4): 292~ 294.
- 13 农业部环保监测所. 我国农用氮肥氧化亚氮排放量变化趋势预测. 农业环境保护, 1994, 13 (6): 259~ 261.
- 14 薛澄泽. 温室气体与土壤. 农业环境保护, 1994, 13 (5): 221~ 225.
- 15 张培英. 美国的又一次农业革命. 农业环境与发展, 1997, 14 (2): 44.

(责任编辑: 邓大玉 蒋汉明)