

酸性硫酸盐土的环境影响及其管理对策

Environmental Impacts of Acid Sulfate Soils and Their Management

王建武

(华南农业大学热带亚热带生态研究所, 博士后 广州 510642)

骆世明

(华南农业大学热带亚热带生态研究所, 教授 广州 510642)

酸性硫酸盐土是分布在热带、亚热带湿润气候区海岸带的一种极为劣质的土壤类型,在港湾生态系统中实际上扮演着潜在污染源的角色。这一特殊土壤类型几十年来一直受到国际学术界的重视。1972年在荷兰瓦根宁根召开了第一次国际酸性硫酸盐土学术研讨会,第二、第三和第四次国际酸性硫酸盐土学术研讨会分别于1981、1986和1992年在泰国曼谷、塞内加尔的达卡(Dakar)和越南的胡志明市召开。自第四次国际学术研讨会之后,酸性硫酸盐土的环境影响及其管理日益受到各国学者和政府部门的重视。酸性硫酸盐土问题,已超越一般土壤学的研究范畴而成为一个生态环境学问题。

滨海地带是我国经济高速发展和人口最稠密的地区,面临着发展旅游、采矿、渔业、农业、港口和工业的强大压力。在寸土寸金的沿海地区,酸性硫酸盐土已经作为农业用地围垦利用了几十年甚至上百,往往也将后备的海涂资源提前开发利用。但酸性硫酸盐土的不良利用有可能引起港湾生态系统严重退化的恶果(见封二图)。

过去,我国有不少学者对酸性硫酸盐土的发生、化学特性和改良利用做了很多研究,但主要限于土壤学范畴及农业改良利用方面,很少有人注意酸性硫酸盐土的环境影响问题。本文就酸性硫酸盐土环境影响及其防治策略加以讨论,旨在为我国沿海地区土地资源的合理利用、开发及区域的持续发展提供决策的科学依据。

一、酸性硫酸盐土的环境影响

酸性硫酸盐土发育于富含还原性硫化物的成土母质,经氧化后产生硫酸而使土壤强烈酸化。在强酸环境下,铝、铁、锰和其它一些元素的溶解度猛增,因而对植物产生毒害作用。这些毒性物质也可随侧向流水排入河流、港湾而影响水生生物的生存。酸性硫酸盐土的环境影响是由于其氧化产物对

土壤水、地下水、排出水及河流水质的影响而引起,主要包括六个方面。

1. 酸性硫酸盐土对植物生长的影响

明显发育的酸性硫酸盐土的pH通常低于4,甚至可低于2.5(1:5土水比)。在这种强酸条件下,铝、铁、锰等元素的溶解度猛增。土壤中 Al^{3+} 浓度超过 $1\sim 2\mu g/g$,即可对某些作物产生毒害作用。在淹水情况下,土壤中大量的三价铁可转化为二价铁。当土壤中可溶性铁含量超过 $9mol/m^3$ 时,便可对某些水稻品种产生毒害作用。在强酸环境下,磷酸根可与铝、铁反应而形成不溶性磷酸盐,黄钾铁矾的形成可降低土壤溶液中钾的浓度。在淹水条件下, SO_4^{2-} 可被还原为 H_2S ,受 H_2S 影响的作物较易产生病害,尤以幼苗为敏感。强酸性环境下,土壤微生物,尤其是固氮微生物的数量下降,豆科作物的固氮功能也大大减弱。土壤中水溶性铝可累积于作物根系细胞组织,阻碍细胞的分裂和延展,结果引起作物根系腐烂; H_2S 也会降低作物根系的功能,使植物在水充足的情况下,仍产生水分胁迫。

酸性硫酸盐土的排出水也通过直接的毒害作用,以及多种间接方式影响水生植物,引起水生植物群落较大的变化。

2. 酸性硫酸盐土排出的酸性水对海岸河流中鱼类及其它鳃呼吸动物的影响

酸性环境损害鱼类和其它鳃呼吸动物的鳃和皮肤。当pH低至3~4时,对大多数鱼类和鳃呼吸动物而言是致死性的,水溶性的铁和铝浓度的增加也是致死原因之一。虽然许多鱼类和甲壳纲动物会避开高浓度的酸、铝、铁和重金属环境,但在潮汐和气候环境作用下,尤其是在有拦河坝、防洪闸门等排水和防洪设施的情况下,鱼类和甲壳纲动物不可能逃避酸性硫酸盐土的毒害。最近,在澳大利亚发现的一种新的鱼病红斑病(Epizootic Ulcerative Syndrome)就与酸性硫酸盐土排水有关。这种鱼病引起澳大利亚、亚洲和太平洋流域某些商品鱼类产

量损失 75%。澳大利亚自 1940 年以来渔业生产力降低与海岸低地排水面积的增加密切相关。

3. 从被污染的沉积层释放出重金属

酸化排出水与沉积、倾倒入河流的重金属沉积物发生化学反应也会引起环境的问题。在河口正常的 pH(接近于 7)条件下,大多数重金属与沉积物结合很紧,但污染沉积物中的重金属能被 pH 低于 4 的酸性硫酸盐土流出物释放。另外,随暴雨流入河流的重金属污染物或溶于水的农药也能被酸性流出物释放。即使处理过的固体废物进入酸性硫酸盐土时,其中含有的镉和锌也会被释放。

4. 对工程设施的腐蚀与损坏

很多金属建筑材料可被酸性硫酸盐土产生的硫酸腐蚀,钢在还原条件下也被损坏。混凝土材料可以与硫酸反应形成石膏等新物质而使体积膨胀,影响混凝土的坚固度。当酸性硫酸盐土用作建筑基地时,由于土壤物理熟化程度低而引起地基不稳。如果在酸性硫酸盐土地区使用地下排水管,大量的赭石会在排水管内沉积而使管道受堵。

5. 堵塞蓄水层和水井

酸性硫酸盐土的脱水(包括抽取地下水灌溉),可导致硫化物氧化。当中性的水与富铁的酸性水混合时,会产生氢氧化铁和氧化絮状物沉淀,这将引起水井、抽水机和排水系统的堵塞或损坏。在含硫化物的蓄水层抽取地下水,不仅引起硫化物的氧化而产生酸性地下水,还会引起海水倒灌到近陆的蓄水层。当倒灌入井中的海水遇到蓄水层中的酸性富铁水时,就在蓄水层中形成氢氧化铁沉淀。这将降低蓄水层的传导性。当发生这种情况时,侵入的海水就被阻滞在此地,而无法向海里流动。

6. 影响动物和人类的健康

由于沉积物的絮凝作用,强酸性富铝化水显得异常清澈,很容易使人误认为适合于游泳,甚至饮用,这就使危险性更大。酸性硫酸盐土及其富铝化的水对动物和人类健康的影响包括:频繁饮用酸性硫酸盐土排出的富铝化水会影响生长发育、损害神经系统;重金属中毒;手或皮肤与酸性硫酸盐土物质接触引起的皮炎;酸性硫酸盐土产生的二氧化硫引起的呼吸困难,耐受酸性环境的病原携带生物种群的增长等。

酸性硫酸盐土的长期环境影响还包括由于港湾水生生物栖息地的丧失,耐酸生物种类的入侵和非耐酸生物种类的大量减少而引起的港湾生物多样性的降低。最近,越南尚未工业化的湄公河三角洲出现酸雨现象;这里有 200 万 ha 的酸性硫酸盐土。科学家认为这与酸性硫酸盐土释放出的大量 SO_2 气体有关。酸性硫酸盐土可能对全球或区域的硫循环和酸雨形成有重要的影响。

二、我国酸性硫酸盐土资源状况及其开发利用

酸性硫酸盐土是一种世界性分布的低产土壤。全世界共有酸性硫酸盐土几百万 ha,主要分布在热带、亚热带湿润气候区的河口三角洲和新老背风海湾。酸性硫酸盐土在我国曾称为咸酸田、反酸田和红树林潮滩盐土等。据 1980~1986 年全国海岸带资源综合调查,我国酸性硫酸盐土的总面积为 111 666ha,其中,69 133ha 于几十年、甚至一两百年前被开垦种植过水稻,因而发育成酸性硫酸盐水稻土,过去称为酸性盐渍水稻土,当地则称为咸酸田、反酸田等,主要分布于广东、广西,福建南部的云霄县也有少量分布。分布于有淡水注入的河口和静风海湾内、高潮线以下海滩的红树林潮滩盐土总面积约 42 533ha,主要分布于广西的和浦、防城和钦州;广东珠江三角洲、钦江及韩江的入海口,洪江通明海海湾;海南岛的东部、北部;福建的云霄、漳浦、龙海、泉州、宁德、福鼎及台湾西部海岸。

我国开发利用酸性硫酸盐土的历史悠久,早在宋、元两代,在珠江三角洲平原就开始了大规模筑堤围垦,扩大耕地面积。到了明、清两代,珠江三角洲的围垦,不但在沿河两岸,并扩展到沿海滩涂。60~70 年代,沿海各省在“向海要地”、“向海要粮”的指导思想下,大搞围垦造田,扩大耕地面积,围垦了大面积的酸性硫酸盐土。各地在利用该类土壤时,出现作物低产、干旱失收,鱼塘受酸害严重以致鱼苗死亡进而鱼塘荒芜等屡见不鲜的情况。针对土壤“酸、毒、咸”三害问题,从 60 年代初开始,尤其是 80 年代第二次土壤普查之后,各地因地制宜对其进行改良利用。在有水源的地方,兴修以排水为重点的基本农田系统,采取蓄淡洗酸、用水压酸、施用石灰治酸、增施磷肥、选用耐酸抗酸品种等水利与农业综合措施改良土壤,发展以水稻为主、豆类和甘蔗为辅的综合利用。在无水源的地方,试种菠萝、椰子等热带水果。在地形低洼排水困难的地方,发展水产养殖,建造“基塘”的生长环境。大面积的酸性硫酸盐土得到了一定程度的改良和利用。

酸性硫酸盐土大多分布于咸、潮交汇的入海口,淡水不足。洗酸不仅受到淡水水源的限制,而且一般是用明沟排酸水,水的走向是侧渗型,冲洗的只是上层土壤,对埋藏层影响不大,洗酸作用不彻底。用石灰中和酸性,石灰用量不能过大,以免土壤板结、性质恶化。在土壤酸性得不到解决的情况下,其它措施就难以见效。由于受到上述改良区条件和技术措施缺陷的限制,对酸性硫酸盐土的改良,很少有实现根治的,酸性硫酸盐土仍属于各地的中低产土壤类型。当气候条件干旱时,大面积的酸性硫酸盐土酸害又会加重。如 1991 年,广东台山市遭受历史上最严重的干旱;西南沿海围田因缺水干旱,

咸酸毒质上升土表,反酸面积达5万多亩,造成大面积减产、失收。另外,限于当时的认识水平,改良措施主要针对如何提高农田的生产力,并未重视农田排出水对河流水质及其对整个港湾生态系统的影响,没有采取相应的措施处理农田排出的酸性水。

80年代以来,养殖业成为沿海经济效益高的生产部门,以致水产以外的其它部门也投资发展养殖业,不仅在海边大面积筑堤进行咸水养殖,而且将已改良或基本改良好的咸酸田进行挖塘养鱼或决堤,引进海水进行水产养殖。广东沿海养殖业开发较好的海湾多数属于泻湖湾的地貌类型,是酸性硫酸盐土发育的环境。由于未能认识到酸性硫酸盐土危害的严重性,没有采取任何防范措施,以致酸害发展严重,普遍存在农、渔两不收的问题。如广东台山市冲葵镇八家村,引进顺德资金,投资1.2亿,将300亩反酸田改作鱼塘,改造鱼塘累计施用的石灰量每亩高达1吨,但因酸害严重,3年没有投放鱼苗。在人工养殖面积大幅度增长的海湾,生态环境问题已是一个紧迫的问题,而且又是发展中被忽视的问题。

随着沿海地区社会、经济迅速发展,海涂的开发利用已从农、渔、盐业扩展到港口、工业、城建和旅游等,酸性硫酸盐土的危害性随着开发利用强度的增加而日趋严重。保护生态环境,综合防治酸性硫酸盐土的环境危害已显得日益紧迫。

三、我国酸性硫酸盐土环境影响防治的对策

建国以来,我国共围垦了大约40万ha海涂,在国民经济建设中发挥了很大的作用。因此,酸性硫酸盐土是我国海岸带珍贵的土壤资源,对耕地资源不足的我国来说,具有极为重要的意义。同时,酸性硫酸盐土的环境影响也是明显而严重的。随着海岸带资源开发利用事业的发展,必须加强酸性硫酸盐土开发利用的管理工作,以期发挥良好经济效益和生态效益,促进海岸带地区资源综合利用与环境保护的同步协调发展。为此,提出如下对策:

1. 开展酸性硫酸盐土资源状况的专项详查

80年代的第二次土壤普查和海岸带、海涂资源综合调查基本查清了沿海地区的土壤资源状况,在海岸带经济发展和酸性硫酸盐土的改良利用中发挥了重要作用。但受当时技术条件等限制,仍存在酸性硫酸盐土资源状况不明、几次调查数据不符、低估酸性硫酸盐土分布等问题。在我国几次调查中,主要根据土壤农业利用的需要,研究1米至1.5米的土层;而黄铁矿可能埋藏在更深的土体中,虽对农业利用影响不大,但对工程和建筑影响很大。根据澳大利亚学者的观点,酸性硫酸盐土中的黄铁

矿主要形成于全新世有植物生长的间潮环境,在全新世滨海沉积物分布的地方都有酸性硫酸盐土的分布。据国内的报道,在太湖新围荡田、浙江嘉善丁栅也有反酸田分布。过去所作的调查可能低估了酸性硫酸盐土的分布。

为了管理酸性硫酸盐土,必须了解区域酸性硫酸盐土的分布;特定地点的深度;实际和潜在酸的数量;特定地点的排水设施和地表海拔高度;硫化物沉积层的深度及地下水的深度;气候条件;气候及土地利用的变化对地下水位的影响等详细情况。所以,为了沿海地区的持续发展,必须尽快查清酸性硫酸盐土的详细情况,以便因地制宜采取相应的经济而有效的防治策略,为酸性硫酸盐土分布地区的持续发展提供管理和决策的科学依据。

2. 明确酸性硫酸盐土地区环境管理目标

酸性硫酸盐土的环境影响涉及到农业、工业、建筑业及旅游等多个国民经济部门,其环境影响往往与工业污染、农业污染、城镇生活污染等交织在一起,共同影响港湾生态环境。环境管理的目标制定涉及到农业、渔业、工业和建筑业、三产等各个部门以及政府、集体和个人等不同利益集团的经济利益和公众的环境利益。区域环境管理对象包括土壤、水域和整个港湾生态系统。所以,统筹考虑国民经济各个部门、各种利益集团的经济利益和公众的环境利益,协调农、林、渔、水利、环保等职能部门,明确酸性硫酸盐土地区土壤、水域和整个港湾生态系统环境管理的目标,制定相应的土壤、农田排水、水域及整个港湾生态系统的环境质量统一标准,是进行港湾生态系统的环境管理的基础和依据。

3. 通过规划、技术、立法等手段保证环境管理目标的实现

在查清资源状况、明确环境管理目标的基础上,对酸性硫酸盐土地区土地开发项目进行环境影响评价,评价不同区域不同土地利用类型的环境风险,进行区域开发与土地利用规划,通过规划保证沿海地区经济与环境的协调发展。在科学规划、持续利用的前提下,制定相应的环境影响防治策略与措施,选择适宜的防治技术,制定开发与环境风险防治同步的开发利用方针政策,出台相应的经济激励与处罚措施,综合应用规划、技术、立法等手段确保管理目标的实现。

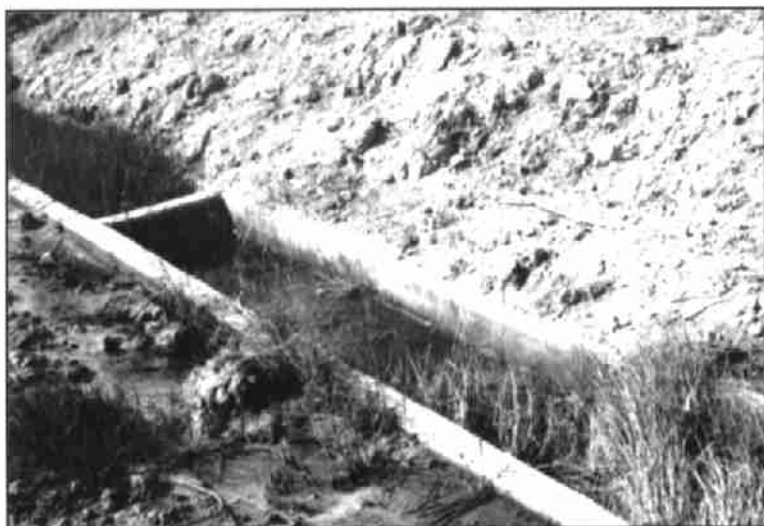
4. 积极开展酸性硫酸盐土环境危害与防治技术的宣传和教育

通过宣传和教育,提高广大干部、群众对酸性硫酸盐土环境问题严重性的认识,增强环境保护意识和防治意识,提高防治酸性硫酸盐土环境危害的积极性和主动性。

(编者注:删去11条中外文参考文献,需者请与作者联系)
(责任编辑 刘先曙)

酸性硫酸盐土的环境危害

(见王建武 骆世明文)



$$\begin{array}{r} 2 \\ 1 \overline{) 3} \\ 4 \end{array}$$

- 1.广东台山市冲蒺镇八家村开挖鱼塘后，排水渠和鱼塘中汇集的是PH2的强酸性水，根本无法投放鱼苗。
- 2.因酸害严重而荒芜的鱼塘。照片中白色的土壤，为氧化后的酸性硫酸盐土。
- 3.广东台山市北陡镇镇海湾附近的水产养殖开发区，酸性土危害严重，照片下部的红树林也难逃灭绝的命运。
- 4.被砍掉的红树林枝杆，当柴烧都不好用。