

# 热带酸性水稻土的水稻生产

## 介绍热带酸性水稻土水稻生产国际会议

龚子同

(中国科学院南京土壤研究所)

作者应邀于1989年6月26日—30日参加了在斯里兰卡的康提召开的“热带酸性水稻土上的水稻生产国际会议”，现介绍如下。

### 一、会议特点

(一) **目的性明确** 随着世界性人口膨胀，人们对粮食的需求急剧增加，而稻米又是亚洲人的主要粮食。为此，扩大水稻生产成为一个重要的战略问题。全世界约有20亿公顷的热带酸性土壤由于土壤条件和社会经济原因，大部分还没有耕种，这是发展水稻生产的巨大后备土地资源。这些酸性土壤包括氧化土、老成土、始成土、新成土和有机土等。但这些酸性土壤植稻后，其产量很少超过2吨/公顷，如果其低产原因被查明，并采取适当的管理措施，其产量将成倍增加。为此，斯里兰卡的基础研究所、Ruhuna大学和比利时的Leuven大学联合召开了这次热带酸性植稻土壤的水稻生产会议。

(二) **内容广泛** 会议得到了澳大利亚、比利时、美国、意大利以及第三世界科学院、国际水稻所、福特基金和国际土壤研究和管理基金的资助。参加会议的有来自五大洲植稻地区的30多个国家和国际组织的代表130人。参加会议的除了土壤学家以外，还包括水利灌溉、水稻栽培、植物生理和一些社会经济学家及政策制订者。会议分8个专题，大会报告论文59篇，墙报20篇，内容涉及热带酸性水稻土上水稻生产的各个方面，如水稻土的系统分类、水稻土的物理化学性质、水稻土的肥力、水稻土的生物学性质、水稻的养分失调、水稻土的管理、水稻土的改良和水稻生产的社会经济问题。因此，这是一次内容广泛，紧密联系水稻生产实际的学术会议。

(三) **影响较大** 这次会议在斯里兰卡召开不是偶然的。除了斯里兰卡政府对会议重视外，主要是由于F.N.Ponnamperuma的影响。众所周知，他是一位国际著名的土壤化学家，尤其在渍水土壤化学的研究方面曾作出过杰出的贡献，并长期在国际水稻所主持水稻土土壤化学的研究，由于他在国际上的影响，这次会议得以顺利召开。在会上，他先后两次报告了热带酸性水稻土的化学和物理过程，受到欢迎。欧洲方面土壤界的一些代表人物，如西德的J.C.G.Dttow和K.Mengel、荷兰的L.J.Pons以及日本的A.Tanaka和菲律宾水稻所的Neue，以及IBSRAM的E.Pusparajah都参加了会议，对会议作出了贡献。中国土壤学家在会上作了“中国热带亚热带酸性水稻土”及“热带酸性水稻土的物理化学性质与水稻生长的关系”的报告，受到与会者的重视。会议结束前，还分组起草了向有关政府、国际组织和有关部门发

出发展酸性水稻土水稻生产的建议。

## 二、主要议题

会议虽分8个专题，但主要是涉及一些低产土壤的改良。热带低产的植稻土壤通常指盐土、碱土、酸性硫酸盐土、铁毒土和有机土等。下面仅就与会者比较关心的铁毒土、酸性硫酸盐土和水稻土的分类问题加以介绍。

**(一) 水稻铁毒害问题** 关于水溶性铁对水稻生长毒害问题，在菲律宾、马来西亚、印尼、泰国、缅甸、孟加拉、印度、斯里兰卡、利比亚、哥伦比亚和塞拉利昂等国均有报道。早在30年代，日本土壤学家就以砂培和水培作过这方面的探索，但论影响仍以F·N·Ponnamperuma的工作影响最大。他早年在英国学习化学，后在美国康乃尔研究渍水土壤化学，1955年在英国“自然”杂志上报了 $Fe^{2+}$ 毒害问题，引起轰动。从此，铁毒问题一直是一个热门课题。会上有10多篇论文直接讨论铁的毒害问题。有的学者把水稻青铜病(Bronzing)、“赤枯型I”和“黄叶病”(Oranging)都归之于铁的毒害。关于铁毒的临界浓度，前人提出过由于PH不同而约为100—300ppm。在中国，虽然也作过一些盆栽试验，但并未找到 $Fe^{2+}$ 的真正临界浓度，土壤中 $Fe^{2+}$ 达到100ppm以上的情况也不多见。看来， $Fe^{2+}$ 浓度和铁毒之间不存在一个简单的相关。许多学者认为，这种所谓铁毒土壤都缺磷、缺钾，而且有效态钙和锌也较低。因而，这种土壤的成因是多方面的。据J.C.G.Dttow等分析，起始(Primarg)铁毒是由于淹水后微生物还原引起对新栽秧苗的毒害；而后继(Secondarg)的铁毒是由于磷、钾或锌的缺乏和微生物对铁的进一步还原引起的，从而使根膜渗透性增加，根系丧失了排除铁毒的能力。由此看来，单纯用铁毒来解释是困难的。而青铜病和黄叶病只说明作物的病状，从土壤原因来说可能是潜育作用所造成的结果。

据报道，铁毒土壤一般为强酸性，pH5.0以下；有机质含量为0.5—26%；活性铁含量为0.1—2.1%，而且易还原性锰的量也很低。西非的铁毒土壤主要在热带潮湿新成土、热带潮湿始成土和热带潮湿老成土上。印尼出现于新辟稻田。在斯里兰卡所见的当地称为典型铁毒土壤是砂质、混合型、酸性热带潮湿新成土，pH4.5，有机质24%，很像我国山区砂性的冷浸田。

根据Virmani估计，水稻由于铁毒而引起的减产是严重的。即使是耐铁毒的品种也要减产12%，而对敏感品种可达88%。改良办法主要是施用磷、钾和锌肥。增施石灰，采取排水措施，也有人提出施用50—100公斤/公顷 $MnO_2$ 来改良。国际水稻所在马来西亚、斯里兰卡、利比亚和哥伦比亚进行了水稻耐铁毒试验，并选出了IR36，IR42，IR52和IR4683—54—2耐铁毒的品种。

**(二) 酸性硫酸盐土的改良** 据统计，全世界有酸性硫酸盐土和潜在酸性硫酸盐土约1200—1500万公顷，其中东南亚地区有670万公顷，泰国、越南、印尼、菲律宾沿海均有分布，目前斯里兰卡沿海仍有大片红树林分布，我国酸性硫酸盐土大约只有10万公顷。这次会上有关酸性硫酸盐土的文章有17篇。内容涉及此类土壤的化学性质、水分管理、施肥技术、红萍种植和水稻品种等。香港大学C.G.Grant教授还提交了“中国珠江三角洲酸性硫酸盐土水稻栽培”的论文，这是除了专门会议以外提交酸性硫酸盐土论文最多的一次。

酸性硫酸盐土是一种富含硫酸盐的极强酸性土壤，在剖面50厘米以上的土层其pH均在4.5以下，并有黄色的黄钾铁矾斑的特征，有机碳1.5—18%，交换性阳离子为10—25毫克当量/100克土，表土中水溶性硫酸盐和铝的含量分别为0.2%和150ppm，有效态氮、磷含量都

较低。限制水稻生长的主要因子是铝毒害、铁毒害、缺磷以及硫化氢中毒等。

改良措施主要是施肥和水管理。施肥主要施用石灰、贝壳粉、氮和磷肥。施用贝壳粉可以就地取材，经济有效。施用磷矿粉既可中和酸性又可供磷。灌溉方面，如果能保持土壤水分饱和可以防止土壤酸化。一些作者强调，利用潮水灌溉，实行浅灌勤灌。会上关于用海水灌溉洗酸的报告引起注意。报告作者用海水灌溉洗酸以便将吸收性复合体中的 $Al^{3+}$ 排除，然后用淡水洗去过多的盐分。海水盐分浓度越高， $Al^{3+}$ 洗去越多。但含盐海水不能解决土壤缺磷和铁毒问题。在选育耐酸能力强的品种方面也取得了进展。如“Khaow Dawk Mali”，“Khaoh Tah Haeng”，“Mahsuri”，“ITA 230”，“B2149—b—pn 26—1—1”，“RD 19”，“SR 26 B”和“IR28 222—9 2222”等品种在酸性硫酸盐土上能取得满意的产量。

**(三) 水稻土的分类问题** 这次会议虽然着重于水稻土管理，但水稻土的分类同样受到关注。众所周知，在美国土壤系统分类中，认为水稻土只是一种利用方式，其变异只是亚类以下单元中划分。泰国代表也持这种观点。他们把泰国植稻土壤概括为热带潮湿始成土之下的一些单元。

美国学者在中国和日本学者影响下，对水稻土的分类也有了一些改变。最近，国际潮湿水分状况委员会(ICOMA Q)在一份报告中提出了氧化还原特性(Redoximorphic features)，其下再分为潜育特性、滞水特性和人工潮湿特性。水稻土具有人工潮湿特性。报告中指出，此种土壤表下层中的游离铁和锰必须比下垫土层分别高出50%和100%。按此规定，符合水稻土条件的土壤就很少了。与此相呼应的，美国湿地中心的W.H. Hudnall在会上发言时，承认中日学者提出的A层和P层，但他认为，这只能放在亚类，甚至土属以下单元中。这样，既接受了中日学者的观点，又不影响美国系统分类的体系，反映了美国学者的看法。

总结我国土壤工作者在水稻土分类方面的经验，应用诊断层的概念，我们提出了水耕表层和水耕氧化还原层。并根据水耕氧化还原层的变异和其他特性，将水稻土分为普通水稻土、潜育水稻土、渗育水稻土、潜育水稻土、漂洗水稻土、复石灰水稻土、盐渍水稻土和酸性硫酸盐水稻土。中国的分类引起越来越多的同行的兴趣。

### 三、关于斯里兰卡的土地利用

斯里兰卡国土的形状很像一只鸭梨，也有人说象一个芒果。它位于北纬 $5^{\circ}55'$ 至 $9^{\circ}51'$ ，东经 $79^{\circ}41'$ 至 $81^{\circ}51'$ 。与印度隔保克海峡相望。全岛南北长432公里，宽224公里，面积65610平方公里，人口1400万。我们从斯里兰卡首都科伦坡入境，在中部康提开会。会议期间在中部山区、斯里兰卡皇家植物园、Bathalagoda、Sigiriya和Nuwara Eliya等地进行会间的参观访问，会后又去南部Bombuwela等地考察，使我们有机会了解斯里兰卡的成土条件、土壤分布和土地利用。

**(一) 成土条件** 斯里兰卡原是古大陆架一部分，主要由古代变质岩组成。北部以片岩和片麻岩为主，地形平缓；南部由坚硬的花岗岩、石英岩等组成，形成了岛山、奇峰和悬崖陡壁，其中蕴藏着丰富的宝石矿床。斯里兰卡有2/3的国土平均在300米以上的起伏不平的高地；中南部是山区，海拔在1000米以上，占全岛1/6；海岸线全长1240公里环绕全岛。

全国年平均气温为 $26-28^{\circ}C$ ，西南季风前夕，全国气温平均 $29^{\circ}C$ 以上。西南季风期间雨量充沛，气温相对下降。东北部广大地区，受西南季风影响小，气温略高，其中亨可马里5月间的气温可高达 $40^{\circ}C$ 。全国年平均降雨量1900毫米。西南部为湿区，雨量平均为2400毫米，最高达5000毫米；占全岛3/4的西北部和东南部为干区，年雨量仅1700毫米；界于湿区和干区

之间的为过渡区。

**(二)土壤分市** 斯里兰卡虽地处热带,但并不是所有土壤都是砖红壤或氧化土,而是受当地气候、地形、母质和水分的影响,而分布着不同类型的土壤。编有全国1/100万的彩色土壤图。土壤图例采用类似联合国的制图单元,但有美国土壤系统分类作对照。全国有26个图例,其中有红黄色砖红壤、砖红壤性土、灰化红壤、灰化黄壤、红棕壤、热带黑粘土、冲积土、石质土、潜育土、沼泽土和盐碱土等,涉及美国土壤系统分类中氧化土、老成土、淋溶土、始成土、新成土、变性土,干旱土和有机土等8个土纲。而以老成土和淋溶土分布最广。在土壤图上套有分区界线。按湿度状况将全国分为湿区、干区和过渡区。湿区主要土壤为老成土和氧化土,干区主要是淋溶土和盐碱土,过渡区为老成土和始成土。沿海除沙质新成土外,尚有大片盐碱土。干区地貌类型比较简单只分一个低平地农业生态区,湿区和过渡区还按地形分为高地、中地和低地三个不同的农业生态区,同时还标明了各月的雨量和温度状况,将成土条件和土壤类型紧密联系起来,使人一目了然。

**(三)土地利用** 斯里兰卡物产丰富,盛产许多热带经济作物。据统计,岛上的风土植物就有1127种。全国可耕地约有400万公顷,已种植面积约200万公顷。习惯上分为种植园(林木作物)和个体农业(农田作物)两部分。前者包括茶叶、橡胶、椰子,主要供出口,后者主要水稻等粮食作物。湿区主要作物有水稻、橡胶、椰子、槟榔、咖啡、肉桂、胡椒等;过渡区主要是茶叶、橡胶、可可和咖啡等;干区有水稻、椰子、菠萝、棉花、柑桔、甘蔗、花生和烟草等。

斯里兰卡一直是世界红茶生产国之一,仅次于印度,占世界第二位。第一批茶叶是1824年从中国传入的。茶叶主要集中分布于红黄壤山区,面积24万公顷,年产20万吨。按高度分为高、中、低地茶三种。1200米以上称为高地茶,茶味芬芳;600—1200米的称为中地茶,味道醇香;600米以下的低地茶色美,味浓。高地茶相当于我国的云雾茶,质量最优。橡胶试种于1876年,分布于中部山地两侧650米以下的红壤、砖红壤(老成土、氧化土)带,目前种植面积达23万多公顷,年产13万吨,仅次于马来西亚、印尼和泰国。椰子主要分布于沿海新成土上,全国约有46万公顷,年产20亿个左右,仅次于菲、印尼和印度,居世界第四位。

水稻是主要的粮食作物,广泛分布于各农业生态区的山间谷地和广大的冲积平原上。种植面积约73万公顷。起源于上述8个土纲的土壤上,主要是潮湿始成土和潮湿淋溶土。雨量从875—5000毫米/年,地形从海平面到1500多米的山地。水稻种植以小农为主,其中两亩(12.14亩)以下农户占85%。通常一年种植两季。大季稻(Maha)9—10月播种,翌年3—4月收割;小季稻(Yala)4—5月播种,8—9月收割。大季稻每公顷2.6吨;小季稻2.3吨,每年只有一半稻田可以复种,其余种植绿肥或休闲。此外,还有6万公顷旱稻,靠天然降水。产量仅0.5—2吨/公顷。对于水稻生产来讲,目前主要问题是受旱、涝威胁尚未完全解决;土壤氮、钾、磷等养分不足以及 $Fe^{2+}$ 对水稻的毒害,这些问题如果得以解决,则水稻的增产潜力是很大的。所参观的Bombuwela农业试验站主要是进行水稻方面的试验研究,特别是在施肥和品种方面取得了好的成绩,对全国提高水稻生产有很大影响。