

“水稻土动态的微生物学研究”获得“日本农学奖”的感想

高井康雄

这次我接受“日本农学奖”，应编者的要求写点感想。“水稻土动态的微生物学研究”这项工作，是我与许多同事通过野外调查和室内模拟试验进行探索的基础研究工作，对农业没有做出直接的贡献，因此，这样的研究内容和形式，是否值得受奖，我自己也有疑问。即使值得受奖，这项研究工作的进展也是受到近年来日本农业技术历史的间接和直接的影响。因此，下面介绍一下受奖研究工作发展的背景情况。

水稻土还原过程中的微生物代谢

灌水栽稻的水田是日本夏季农村的风光，也是印度洋季风带东亚各国雨季的代表性农业景观。如果注意水分管理，即使在旱地状态下，亦可栽种水稻。但是在世界的广大地区内，如有水源，水稻还是栽培在渍水的水田里。因为渍水有许多好处，一、能抑制杂草；二、灌溉水能带来养分，有利于固氮和磷的有效化等；三、可以进行连作。另外与此过程密切相关的是田面水限制了大气中氧气的供应，土壤中还原状态发达，这也是渍水水田的一大特征。

关于水稻土的还原状态，在日本从30年代起就有许多先辈对氧化还原电位、硫化物的形成和氮素的形态变化等进行了化学研究。这些成果概括在下列著作中，盐入松三郎的“水田的土壤化学”(1943年)，川口桂三郎的“水田土壤的化学”(1948年)和青峰重范的“暗沟排水和干土效果”(1949年)等。

在前人的工作基础上，我的研究是从40年代末开始的。当时，在农业技术方面，受盐入所著“水田的土壤化学”一书的影响，普及了氮素全层施肥法，并为消除老朽化水田的秋败现象，施用含铁的材料以改良土壤。1949年日本开展了稻作竞赛，当时农民栽培水稻的高产技术要点是利用堆肥调节土壤氮素，随之出现一个还原性危害问题，为避免其危害逐步了解到运用间歇灌溉、烤田和渗漏等水分管理措施。总之，对

水稻栽培来说，还原性为害是一个大问题。

我大学毕业后，曾在东京大学土壤研究室工作。在恩师盐入松三郎先生的指导下，进行水田土壤还原过程的微生物学研究。首先是在烧杯内研究渍水土壤中微生物的数量变化。结果是土壤渍水后霉菌显著减少，好气性细菌一度增多，而后又减少。渍水后还原硫酸而产生硫化氢的嫌气性细菌逐渐增多。从实验结果得知，水稻土渍水引起好气性微生物转变为还原硫酸的嫌气性微生物。

1953年我转到名古屋大学农学部工作。在六年中我同理学部的小山忠四郎、加村崇雄先生等共同进行了水稻土的野外调查和室内模拟试验，研究水稻土还原过程的微生物变化。探明了水稻土渍水的还原过程。渍水后进行有氧呼吸，硝酸、铁和锰被还原，氧化力强的物质被微生物还原，还原状态发达(氧化还原电位下降)，还原硫酸和形成甲烷等的嫌气微生物活跃起来了。总之，水稻土渍水后，从能量效率高的有氧呼吸逐步转变成能量效率低的微生物活动。最后到能量效率更低的甲烷发酵，即还原过程是分阶段进行的。

当时还研究了水稻土和室内渍水土壤中存在有机酸的种类和数量，结果表明大部是醋酸。更有趣的是，水稻土渍水后，醋酸一度有所积累，经过一段时间后则又显著下降，与此相对应地是甲烷的形成。因此，注意到了导致沅田秋败的原因是有机酸。用 ^{14}C 标记醋酸和碳酸的示踪法探讨了渍水土壤中醋酸的消长和甲烷形成的关系。结果首次查明醋酸是形成甲烷的主要物质。

支配水稻土还原过程的因素有，作为氧化剂的铁，和作为还原剂的微生物食用的有机物(易分解性有机物)。在缺铁的老朽化水稻土中还原过程发展迅速，而在含铁丰富的正常水稻土中还原过程发展缓慢，老朽化水稻土盛夏冒泡(产生大量气体)现象就说明了这一点。

注：1980年8月日本东京大学高井康雄教授寄赠南京土壤研究所熊所长一文，讲述他的水稻土研究工作接受“日本农学奖”的感想，对我国土壤科学工作者有参考价值，特译出发表。

水分垂直渗漏(透水性)和还原过程

在50年代就已确认,水稻高产的关键之一是土壤要有适当的透水性。高产水稻土几乎都是有渗漏的良水型水稻土,稻作竞赛获奖的农民所管理的稻田,田面水的每日下降速度大多为2—3厘米。1956年内山修男和鬼鞍豊等用盆栽试验证明,渗漏速度愈快,则氧化还原电位愈低,还原性愈强,日减水深度为3厘米时, $\text{NH}_4\text{-N}$ 的流失量随渗漏量而增大。加上对农家水田进行的调查,可以得出结论,即对高产来说,田面水每日下降2厘米是适宜的。另一方面也有人指出水分渗漏使养分受到淋失,消耗地力,电位升高(抑制还原)。

当时,对渗漏的效果,农学家有上述两种意见。在战前,日本对水稻土的研究,在国际上虽已是高水平的了,然而,当时主要还是在烧杯内,在无渗漏的淹水条件下进行研究的。但是战后,随着土壤改良事业的进展,进行了沤改旱,日本的水田多是不断用灌溉水浸泡的。

在上述的社会背景和研究的基础上,在恩师弘法健三先生的指导下,我与和田秀德、香川尚德等共同工作,就渗漏条件对水稻土中物质变化的影响进行了约十年的研究。

根据研究结果得出如下的理论。随着水分的渗漏,

土壤中水溶性物质包括微生物的食物和对微生物生长有害的物质一并淋出,溶解在田面水中的氧进入土壤,从而影响到还原过程。对含有多量微生物食物(有机质)的土壤(施用了堆厩肥或稻草的水田等)来说,渗漏在除去危害微生物生育的毒害物质方面的影响较强,提高了微生物的活性,促进了 $\text{NH}_4\text{-N}$ 的产生和还原过程。在含有机物质少的土壤中,则渗漏对微生物食物的淋失和氧的渗入的影响较强,抑制了微生物的活动,促进了氧化过程。总之,渗漏有两种完全不同的作用,而且因土而异。这也可以说明,即使是同一土壤,在淹水初期和后期,渗漏的效果也是不同的。

以上介绍了到60年代为止我的主要工作的背景,此外,这次获奖对象的一个研究项目是“农田生态系的水田土壤”,在这方面,最近我们研究室与农业技术研究所土壤第2科的本村悟博士(现在热带农业研究中心)以及生态学、害虫学、作物学、栽培学、肥料学和农业工程学等学者共同进行了广泛地研究,以求掌握农地生态学。这项研究是以70年代的石油危机,食品和饲料价格的上涨,以及环境污染的扩大为背景,重新考虑60年代的以大量消耗资源为前提的农业技术,同时希望在80年代取得以节约资源和能源,以及保护环境为目标的新的农业技术体系所需的基础知识。

(何群译 朱兆良校)

消息报导

美国魏特曼教授(W.E.Wildman)在 南京土壤研究所作学术报告

美国加利福尼亚州大学农学院魏特曼教授,于今年9月17日在访问南京期间,应邀在土壤所作了应用红外遥感技术的学术报告。

魏特曼教授在介绍了遥感及红外彩色成象的一般原理和摄影方法后,着重讲解了红外遥感技术在农业上的应用。他通过近150张红外彩色和自然彩色幻灯片的对比,说明当前红外彩色片这种红外遥感技术对研究土壤性状(如水份、盐份、施肥、质地等)和作物生长势所取得的明显效果。例如,在平整的大田上灌水后,由于土层厚度不同对土壤水份造成的差异,在自然彩色片上几乎难于发现,而在红外彩色片上却反映甚为明显。又如,在大田上种植葡萄,由于微地形对土壤质

地的影响,使葡萄的生长势出现明显差异,这在自然彩色片上难于分辨,但在红外彩色片上却可看出因质地不同而造成葡萄生长势的各种差异,魏特曼教授指出,根据红外彩色片上的这种不同差异界线,可将大田葡萄园分成各个不同的小区,并分别采取不同的灌溉措施(如对粘质土壤小区采用浅灌,沙壤质土壤采用深灌),这对提高葡萄的产量与质量有重要意义。其次,通过红外彩色片,可以清楚分辨出田间施肥试验中不同施肥小区的作物长势差异,例如,不施肥的小区呈现橙色,不同施肥量的小区呈现不同色调的鲜红色,而这些差异在自然彩色片上均难以分辨。此外,从红外彩色幻

(下转第215页)