

## 国外考察报告

# 湿地土壤发生分类的研究趋势

龚子同

(中国科学院南京土壤研究所)

### 一、一般情况

由国际水稻所(IRRI)、美国农业部土壤管理援外处(SMSS)和菲律宾土壤局联合主持的“湿地土壤特性、分类和利用”的国际会议,于1984年3月26日至4月6日在菲律宾马尼拉召开。参加会议的代表来自24个国家和国际组织,除美国、西德、荷兰、澳大利亚、比利时外,主要代表来自亚、非、拉美国家。亚洲国家占62%,其中包括中国、孟加拉、缅甸、印度、印尼、日本、马来西亚、尼泊尔、巴基斯坦、菲律宾、新加坡、斯里兰卡、泰国、越南。出席会议的共有代表95人。除国际水稻所的M. S. Swaminathan, D. J. Greenland, F. N. Ponnampereuma和S. K. De Datta外,著名土壤学家还有美国的H. Eswaran和P. A. Sanchez、荷兰的F. R. Moorman、西德的E. Schlichting、比利时的G. Stoops和委内瑞拉的J. Comerma等。作者应D. J. Greenland和H. Eswaran的邀请,参加了会议。

会议共进行十一天,其中报告讨论六天,野外考察五天。大会报告共34篇。在湿地土壤发生方面的主要论文有F. N. Ponnampereuma的湿地水稻土与土壤肥力有关的化学动力学, L. Wilding的水成条件下的土壤形成过程, K. Kyuma的湿地土壤的化学性质和分类, E. Schlichting的水成土的形态, G. Stoops等的湿地土壤的微形态;在湿地土壤分类方面的主要论文有: F. R. Moorman等的湿地土壤的鉴别和分类, H. Eswaran的湿地土壤分类(按美国系统分类), C. Diepen的“世界水成土”,作者在会上介绍了“中国湿地土壤”,同时还有一些代表介绍了亚洲、非洲和拉美代表性国家的湿地土壤;在土壤肥力方面的论文涉及面很广,有湿地土壤的氮(S. K. De Datta)、磷(R. B. Diamond)、钾(林葆和R. Uexkull)、微量元素(H. U. Neue和C. P. Mamaril)、有机质(H. U. Neue)、测试(R. A. Morris)和毒害(M. van Mensvoort)。会议期间分两组在吕宋岛进行了考察,作者参加了主要由SMSS组织的A组的考察,详细观察和讨论了菲

律宾主要湿地土壤。本文将着重介绍湿地土壤发生分类及其有关问题。

### 二、湿地土壤分类趋势

湿地土壤在世界各地均有分布,在亚洲大部分湿地土壤都用以种植水稻,亚洲的水稻土面积达1.2亿公顷,居于世界各洲之冠,但对于湿地土壤的分类意见很不一致。早在本世纪初B. B. 杜库恰耶夫和C. E. 马伯特把水成土及其类似土壤单独划分出来,目前不少欧洲国家仍持这个观点,如英国、法国、德国、罗马尼亚,还有加拿大都把水成土在高级单元中划分开来。联合国主编的世界土壤图以及非洲土壤图和欧洲土壤图中,都把水成土列于相当于土纲一级加以划分。我国土壤分类虽几经变迁,但始终把水成土放在高级单元中划分出来。目前苏联分类中,不论是地理发生学派,还是土壤地球化学派,水成土都在生物气候带之下的次高一单元中划分。美国分类系统与这些分类不同,它不把水成土作为独立的土纲,而是根据水成作用的强度置于不同分类级别上。F. Moorman指出除几乎全为水分所饱和的潮湿水分状况(Aquic moisture regime)外,还有Endoaquic, Epiaquic和Anthraquic等水分状况。Endoaquic是指剖面50厘米以下是地下水湿润和呈还原态的,Epiaquic是地表水潜育土壤,其湿润自上而下,剖面50厘米以上是湿润和还原的,在此以下50—125厘米之间至少有20厘米厚的一层处于非还原状态;Anthraquic与Epiaquic不同的是潮湿状况是由于人为灌溉所引起的。凡属水分饱和状态的,水分影响置于亚纲一级,如潮湿新成土(Aquents)、潮湿始成土(Aquepts)、潮湿软土(Aquolls)、潮湿淋溶土(Aqualfs)、潮湿老成土(Aquaults)和潮湿氧化土(Aquox)等。Endoaquic和Epiaquic水分状况则置于亚类一级,如潮湿热带湿润老成土(Aquic tropudult)和表潮湿热带湿润老成土(Epiaquic tropudult)。对于Anthraquic则有新的认识,可以将它提高到大土类一级。

野外考察是讨论湿地土壤分类的现场,考察中共

设有17个剖面点,考察时对每一剖面的形态特征、理化性质、分类位置进行了详细讨论。除美国分类外,还有联合国的,中国的和西德的,也有人试以苏联的观点对所观察的土壤进行分类,还讨论了FCC分类(详见后)。各国分类都有各自的特点,其中美国分类比较繁多,但却较细致而明确,而且所用分析均由美国农业部所测定,都以论证美国分类为目的,并伴随着查照美国土壤分类检索(Key to soil taxonomy)。所以,大部分时间都集中于讨论美国分类(各国土壤分类对照见表1)。

这次会上及考察中讨论的分类情况与1979年国际水稻所出版的“土壤与水稻”一书中所反映的观点已有所不同。五年前大部亚洲国家都以本国分类为主,加注Taxonomy。这次会上,亚洲国家中除受苏联影响较深的中国、缅甸和越南外,基本上都直接应用Taxonomy,泰国、委内瑞拉、斯里兰卡和日本还分别就湿地新成土、有机土、变性土和火山灰土作了专题发言。从会上可见不仅土壤分类学家,而且从事土壤化学和土壤肥力的均广泛应用Taxonomy,在INSF-FER合作计划中都要求应用Taxonomy。虽然各国仍有各自的分类,对水成土的看法也还没有统一,但在国际会议上美国分类的影响越来越大。

### 三、重视人为作用

水成土分类中的一个重要问题是人工水成土的位置,所以,水稻土的分类特别受人注意。在亚洲国家中水稻土的分类常被置于较高的位置,中国土壤学家将水稻土看作一个土类或几个土类,日本土壤学家与中国土壤学家观点类似,久马一刚则将具有明显B层的水稻土称为Aquorizen。

1980年在南京召开的水稻土讨论会上,国际水成土委员会(ICOMAQ)主席F. Moorman提出,植稻后所引起的土壤变化,如铁子、铁盘的形成只能在亚类以下的单元中划分出来。但近来在国际学术交流活动中,特别是在中国召开的水稻土会议和红壤会议影响下,不少学者提到了中国农业实践,引用了中国的文献,并放映了中国水稻土的剖面幻灯,所有这些对国际湿地土壤分类发生了影响。这次会上H. Eswaran的报告充分反映了这一点,他的报告中强调了犁底层和人工水成土层在Taxonomy中的意义和位置。

H. Eswaran提出,把犁底层改称为“Dasyk pan”,他认为此层的特点是:1,非常紧实,容重在1.8以上,至少比下层的容重高0.2单位;2, Dasyk pan向水平方向伸展,在干时具有小的或中等的片状结构;3,下部有锰和铁的结核,这些结核在体积上占整个体积的10%以上;4,此层最小厚度为5厘米;5,如发生

断裂,则断裂点之间的水平距离平均在25厘米以上;6,当有碳酸盐时,此层可称为Calcidasyk。

H. Eswaran指出,另一个特征土层是人工水成土层。此层是由于长期耕耘和淹水的影响,在土壤中造成还原条件所形成的亚表层。通常湿地土壤全剖面呈还原状态或在还原层之上有一氧化层;而人工水成土层之下还有一氧化层或弱还原层,故有人用滞水或倒置潜育来形容此种土壤。人工水成土层具有下列特点:1,为一年中至少两个月完全没有溶解氧的还原亚表层;2,至少有20厘米厚,如从表层开始则至少有30厘米,此层上界在表土50厘米以内;3,呈蓝色或灰色,至少60%以上体积的基质之彩度在2以下,此层基质的彩度至少比下伏层次低2个单位;4,此层与Dasypan的全部或部分相重合;5,此层下界在颜色方面变化很明显,并以锰或铁的斑纹和结核的存在为标志。H. Eswaran认为在人工水成土方面中国的农业实践和中国土壤工作者的工作是非常值得重视的。根据他的理解,犁底硬盘(简称犁盘)和人工水成土层均系诊断特征,可在不同土纲之下大土类一级划分出来,如犁盘潮湿始成土(Dasaquepts)和人工潮湿淋溶土(Anthraqualfs)等,从而修改和完善Taxonomy,使之更加符合客观实际。这不能不说是西方土壤学家接受东方,特别是中国土壤学家影响的一个例子吧!

我们认为水成土是一个土纲。水稻土是人工水成土亚纲,其下可以划分若干土类。但并不是种稻的就是水稻土。没有氧化还原作用的交替,没有还原淋溶和氧化淀积的特点,没有P层和B层的,不能称为水稻土,只能是起源土壤之下的变异。菲律宾的“水稻土”,因为耕作历史短,耕作粗放,故不具备这些特点。因此,考察所见的植稻土壤没有一个是水稻土,只能称为植稻××土壤或淹育××土壤。所以,一些有影响的土壤学家在会下议论,如果这次会议能在中国或其他某一耕种历史比较悠久的国家召开,会议取得的结果将会更大。

### 四、一个应用分类

土壤分类是根据土壤发生发展规律,对土壤所作的系统划分。它是土壤科学的基础。由于认识不同分类各异。同一种土壤可以有各种名称。应用和交流时往往发生困难,而且,这些基础分类非常重视本身的科学性和逻辑性,但并不一定能直接满足生产实践的现实需要。所以,长期以来从事农业生产实践的科学技术工作者就设想把土壤分类和生产实践搭起桥来,使土壤分类既有一定科学的内涵,又能直接应用于生产。土壤肥力潜力分类或称FCC(Fertility Capability Classification),就是在这样背景下被提出来的。这

表1

野外考察中所观察土壤剖面分类对照

No.	中国分类	联合国分类(FAO)	德国	美国(Taxonomy)
1.	植稻冲积草甸沼泽土	中性冲积土	典型潜育土	细粒—壤质, 混合型、恒高热, 火山灰潮湿始成土的冲积潮湿新成土
2	植稻腐殖质草甸沼泽土	松软潜育土	湿潜育土	细粒, 蒙脱型、恒高热, 变性弱发育潮湿软土
3	淹育淤泥沼泽草甸土	潜育淋溶土	潜水潜育土	细粒, 混合型、恒高热, 变性热带潮湿软土
5	淹育不均质变性草甸土	淡色变性土	—	细粒, 蒙脱型、恒高热, 湿润正常新成土的灰暗半干润变性土
6	淹育冲积饱和草甸土	中性潜育土	新成潜育土	细粒, 非酸性, 蒙脱型、恒高热, 通气的热带潮湿新成土
7	淹育冲积变性草甸土	淡色变性土	潜育古土壤	细粒, 蒙脱型、恒高热, 始成灰暗湿润变性土
8	淹育覆盖的饱和草甸土	中性潜育土	潜育低湿土	细粒, 非酸性, 蒙脱型、恒高热, 通气的热带潮湿新成土
9	松软冲积碳酸盐草甸土	暗灰色森林草原土	黑土型潜育土	粗壤, 混合型、恒高热, 冲积潮湿始成土的弱发育半干旱软土
10	弱潜育冲积草甸变性土	深色变性土	潜育灰色土	细粒, 混合型、恒高热, 始成棕色半干旱变性土
11	多腐殖质铁质砖红壤性红壤	腐殖质强淋溶土	—	细粒, 混合型、恒高热, 暗色的强度发育腐殖质老成土
12	潜育松软饱和草甸土	松软潜育土	黑土型潜育土	细壤质, 混合型、恒高热, 典型弱发育潮湿软土
14	潜育埋藏饱和草甸土	松软潜育土	湿潜育土	细粒粘质, 蒙脱型、恒高热, 堆积弱发育潮湿软土
15	潜育冲积饱和草甸土	始成潜育土	石质潜育土	粗壤, 非酸性, 蒙脱型、恒高热, 典型热带潮湿新成土
16	少有机质硅质褐红壤性土	酸性冲积土	氧化潜育土	砂质, 混合型、恒高热, 潮湿半干润冲积新成土

一分类在1976年P. A. Sanchez所著“热带土壤性质和管理”一书中已有报道, 1982年在Geoderma上有过专文论述。这次P. A. Sanchez在会上提出的“湿地土壤的农业分类”一文就是这一分类的具体应用。

这个分类并没有复杂的原理和特别的命名规则, 它只用8个大写字母和13个小写字母来表示。但这些字母涉及与生产实践密切相关的一些物理、矿物、化学性质和肥力特点。分类中以第一个字母SLCO分别表示表土的砂质、壤质、粘质和有机质表土; 第二个字母SLCR分别表示底土的质地, 其中R表示石质或其他限制根系的硬层。其余13个小写字母分别表示土壤的各种特性。如g表示潜育, d——干燥, k——低保蓄能力, e——低阳离子交换量, a——铝毒害, h——酸性, b——碱性反应, i——磷被铁强烈固定, x——X射线鉴定是无定形的, v——变性土, s——含盐, n——碱化, c——噢粘土等。如1号剖面植稻冲积草甸沼泽土按FCC为CLg<sup>+</sup>土表示表土为粘土, 底土为壤土, 呈强度潜育, 11号为多腐殖质铁质砖红壤性红壤, 按此分类为Lkax, 表示上下均为壤土, 低保蓄能力, 铝毒害, 多无定形物质。与此同时, 指出施用磷钾和石灰的必要性。

当然应用分类不能代替基础分类, 但在一定条件下可以补充基础分类。加之, 这一应用分类也并不一定完善, 但由于FCC简单明了, 并能由此了解土壤改良的措施, 受到农学家的欢迎。

## 五、几点建议

1. 学习Taxonomy: 目前国际上的分类主要的就是以诊断层为基础的美国Taxonomy和以地理发生为基础的苏联分类。美国分类在世界上传播很快, 影响很大; 苏联分类也在改进。我国土壤工作者对苏联分类比较熟悉, 而对美国分类, 比起其他东方国家来讲了解较少。在一次研究生的考试中发现我国学生对美国分类了解之少出乎意料。这实际上反映了专业土壤工作者在这方面的忽视。据悉, 那本754页的“Soil Taxonomy”是美国和其他一些国家的土壤学家几十年工作的结晶。在土壤发生分类研究的数量化和标准化方面前进了一大步。所以, 这个分类在世界上广泛被应用并非偶然。今天, 我们正在建设科学技术的现代化, 土壤调查制图规范化, 还要建立土壤信息系统, 因此, 借鉴国外现有经验是一条捷径。我们在水稻土研究方面积累了一些经验, 但如要把它提高作

为世界土壤科学宝库的一部分，完全有必要进一步明确概念。不仅定性，而且要有数量指标。国外学者不是正在企图把我们的研究成果加以数量化和标准化而纳入他们的体系吗！因此，不管我们今后分类往何处去，当今为了土壤调查研究的现代化，便于研究成果的交流，必须“引进”Taxonomy。为了让更多的人真正了解 Taxonomy，我们主张开一个讲习班。当然，Taxonomy也有其缺点。学习不是照搬，我们主要掌握其精髓，至于如何运用到我国，则是我国土壤学家共同努力的事了。

2. 加强国际交流：我国1980年举行的水稻土讨论会和1983年举行的红壤讨论会在国际上产生了积极的影响，从此国外同行运用中国的概念、文献和资料多起来了，国际上也越来越重视中国土壤学家的作用。会议主持者在给赵其国所长的信中说：“感谢你们派来了有经验的土壤学家，对会议作出了有价值的贡献……”。他们还邀请我们派代表参加今年或晚些时候分别在巴西和印度举行的氧化土和变性土会议。鉴于

我国土壤资源丰富，并已有一定的工作基础，故不止一次提出在中国召开世界土壤分类会议。所有这些说明我们在国际交往中比前大为进步。但比起其他国家，特别是同为第三世界的印度来说，我们在国际上活动显得还远远不够。以后要创造各种条件让我们有一批中、青年土壤工作者活跃在国际上，这必将对我国土壤科学的发展起到巨大的推动作用。

3. 会议要有明确目的：SMS S为了完善Taxonomy和扩大Taxonomy的影响，按土纲定期地在世界各地召开会议讨论，如氧化土、老成土、淋溶土、变性土会议，这次是水成土会议。这次会议主持者从特性、分类和利用方面讨论水成土。会上组织一些代表性国家介绍水成土，另外按土纲研究水成土，到田间讨论水成土的分类，会议结束前草拟水成土研究方法，最后提出水成土分类纪要，对今后活动也作了安排。这样通过一次会议集中了各国土壤学家的智慧使分类更加完善。这种目的性明确的会议在推动学科发展上起很大作用。我们应学习这种方法发展我国土壤分类。

## 土壤信息

### 土壤溶液和悬液中离子活度的测定：主要限制因素

M. C. Amacher 评述了土壤溶液和悬液中离子活度的三种测量方法，并着重讨论其主要限制因素。

关于离子选择性电极法，作者提到的限制因素有：土壤溶液中有些离子浓度太低，尤其是 $Cd^{2+}$ 、 $Cu^{2+}$ 、 $Pb^{2+}$ 的浓度可能低于电极的检测下限；有些离子没有合适的电极；土壤溶液中干扰离子的存在等。此外，液接界阻塞、电极表面中毒、温度变化、电极表面上的不可逆或慢反应都会引起电极电位漂移，因而影响精密度和准确度。作者特别强调在悬液体系中液接电位( $E_j$ )不能保持一定而产生所谓的“悬液效应”的影响，认为这是个严重限制因素，使测定结果不肯定性，并且推导出“悬液效应”完全是由液接电位变化所引起。但仍认为它较其他方法快速、简便，又能用于滴定法。

关于离子络合或形态模型法，作者先列举几种土壤溶液提取方法，如柱置换、离心、不相溶置换—离心法。然后简述有关原理；测定各种离子的总浓度，根

据土壤溶液中所存在的金属离子和配位的物料平衡方程和可能的络合平衡方程，利用条件生成常数求出游离态的离子和配位体的浓度，从而计算出活度。此法有两个主要的限制因素：在物料平衡方程中很难包括所有重要的形态；各种形态的生成常数的可靠性如何。关于求得土壤溶液中每种金属离子的络合分数，现可用电脑处理。作者以求土壤溶液中富里酸对Cu和Cd的络合分数为例，采用简单有机酸混合物的金属离子的络合稳定常数和金属-富里酸络合物的平均条件稳定常数进行模拟，结果与Cd离子选择性电极测得值一致。

关于金属螯合平衡法，根据某些有机化合物如C-DTA、DTPA、EDTA、EGTA、HEDTA和NTA在溶液中螯合金属离子形成具有缓冲能力的金属离子螯合物，可使金属离子活度与土壤溶液中的金属离子活度相近。当金属离子螯合物与土壤溶液中金属离子以及土壤固相平衡时，从平衡溶液的分析中可计算出金属离子的活度。这类方法的主要限制因素是，体系的平衡很慢，一般实验条件下短时不能达到。作者认为，需要进一步研究金属螯合物与土壤的作用，特别是研究其反应动力学。

(刘志光据 Soil Sci. Soc. Am. J., 48, 519—524, 1984)