

中国土壤学会第五次代表大会

暨1983年学术年会交流资料

土壤所论文选编

中国科学院南京土壤研究所编印

1983. 11.

目 录

新疆土壤分类·····	雷文进、顾国安、乙榴玉 (1)
江苏省铜山县孟庄大队农田生态系统演变及改善途径 ·····	单光宗、胡纪常、杨劲松、祝寿泉 (13)
华南热带土壤的盐基状况及其在发生和肥力上的意义·····	张效朴、龚子同 (23)
土壤水分状况对物质移动及作物生长的影响·····	张喜群、徐 琪、熊 毅 (30)
江、浙太湖地区有机肥料—草塘泥的初步研究·····	莫淑勋、钱菊芳 (42)
风化对土壤粒级中磷素形态转化及其有效性的影响·····	顾益初、蒋柏藩、鲁如坤 (48)
我国微量元素肥料应用分区·····	刘 铮 (58)
我国几种土壤中腐殖质性质的研究·····	彭福泉、高坤林、车玉萍 (61)
广州地区土壤中植物残体的分解速率·····	林心雄、文启孝、徐 宁 (70)
水稻土中氮素损失机制的研究·····	李良谟、臧 双、周秀如、潘映华 (80)
尖孢镰刀菌在土壤中的竞争腐生定殖与腐生存活·····	郝文英、顾希贤、戴丽莉、林先贵 (92)
土壤电化学性质的研究 IX. 水稻土的某些表面电化学性质·····	张效年、赵安珍 (99)
西双版纳热带红壤的氧化还原状况·····	丁昌璞、刘志光、于天仁 (110)
湘江流域水田土壤微生物群体降解 666 的能力及其调节 ·····	顾宗濂、吴留松、张水铭、谢思琴 (117)
红壤性水稻土添加镉对水稻的危害及其控制研究·····	孙汉中、赵家骅、赖辉比 (126)
用阳离子交换膜法测定土壤中 K^+ 的扩散系数的初步研究·····	陈际型 (136)
应用放射性同位素 ^{125}I 研究耕层熟化度对土壤水盐运动的影响 ·····	张丽君、唐淑英、李冬顺 (142)

新疆土壤分类

雷文进 顾国安 乙榴玉

新疆地处我国西北边陲，远离海洋，气候干旱。它和苏联中亚、哈萨克斯坦及蒙古人民共和国南部共同组成著名的亚洲中部荒漠。但由于境内为阿尔泰山、天山和昆仑山等高山环绕，自然条件和土壤类型都比较复杂多样。

以往对新疆土壤分类进行全面而系统的研究仅有两个。一是四十年代马溶之（1945）的研究，他根据美国早期的分类思想，提出了天山南北地区的土壤分区分类方案，其中虽未列出分类系统表，但分出的主要土壤类型却为后来的土壤分类研究奠定了基础。二是五十年代文振旺等人的研究（1963），他们通过四年野外土壤调查，根据苏联地理发生学派的分类原则，提出了全疆性的土壤分类系统，这对统一当时的各种土壤分类起了一定作用。

1975年以后，新疆荒地资源综合考察队对全疆主要地区再一次进行了为时八年的土壤调查。通过调查发现，上述分类仍存在着一些需要改进之处。此外，随着土壤分类学的不断发展，国外在这方面已积累了不少新的经验。为了取长补短，促进新疆土壤分类进一步发展，我们对以往的土壤分类原则和系统作了某些补充和修订。

一、国外土壤分类经验

六十年代以来国外土壤分类的研究进入了一个新的阶段，提出了不少新的土壤分类系统，但归纳起来不外三大体系：即发生学体系、形态发生学体系和诊断分类学体系。

1. 发生学体系 以苏联发生学派为代表。该体系是以发生学观点作为指导思想，以土类作为基本分类单元。这个学派在苏联共有三个分支：即地理发生分支（Иванова Е.Н.；1967, 1976）、历史发生分支（Ковда В.А.；1973）和形态发生分支（Волбуев В.Р.；1973）。不过，全苏公认的土壤分类系统仅有地理发生分类一种。

地理发生分类的基本经验是：第一，在处理土壤分类时综合考虑了土壤形成条件、土壤形成过程和土壤属性，而不是只考虑某一方面。第二，特别注意土壤形成演变的质量变化关系，把土壤过程的质变特性或发育阶段和分段作为土类和亚类划分的基本依据，把土壤过程的量变特性或发育程度作为基层单元的划分依据，因而分级单元之间发生关系密切。第三，强调土壤地带性学说，不仅按地带性特征区分土类，而且按亚地带性和相性特征区分亚类，这对进一步研究隐域土和泛域土、正确决定它们的分类位置都具有一定的理论意义。

该学派存在的主要缺点有：对土壤属性的考虑相对不够，在地带性土类中往往把许多非地带性土壤（如岩成土、原始土、古土壤等）也包罗在一起，以致遭到普遍反对；其次由于用来区分高级单元的土壤性质一般皆缺乏定量规定，所以许多土类之间出现特性交叉和界线

不清等缺点。

2. 形态发生体系 可以西欧土壤分类学派为代表, 如Aubert G (Soil survey staff, 1975; Bridges E. M. ; 1978)、Dudal R. (1966)、Kubiena W. L. (1953)、Mückenhhausen E. (黄瑞采, 1979) 等人的分类。

这种分类也比较重视土壤发生学观点, 但分类的主要依据是土壤形态或土壤剖面层序。所以Dregne H. E. (1976) 称之为形态发生分类。

剖面层序理论是 Kubiena 首先提出的, 他根据土壤剖面层序由低级向高级发育的不同阶段分为五种: 即 (A) —C型、A—C型、A—(B)—C型、A—B—C型和B/A—B—C型剖面。这些不同剖面层序Розанов Б. Т. (1975) 称为主要剖面构型或土壤形成类型, 并作为划分土纲的基本依据之一。不同土类的具体剖面是在上述主要剖面层序的基础上加上主要过程的不同表现强度或伴随过程产生的剖面而构成。

根据这一原则, 在西欧分类系统中常常出现原始土、薄层土、石灰土、变性土、暗色土等 (A) —C型和A—C型土纲。由此可见西欧土壤分类既重视发生学原则, 但更重视土壤属性。这种经验是值得借鉴的。现今的美国分类就是在吸收西欧分类经验的基础上发展而成。

存在的问题是, 对土壤属性缺乏量的规定和严格的标准, 因而分类时任意性大。

3. 诊断分类学体系 主要由美国土壤学家创立 (SOil Survey Staff, 1975), 联合国 (FAO—Unesco 1973)、英国 (Avery E. W. 1973)、罗马尼亚 (Romania, 1979) 和加拿大 (Clayton J. S. et al, 1977) 等国家亦相继采用。

该分类体系的特点是, 在分类思想上具有发生学观点, 但分类系统并不依据发生学原则而主要依据土壤属性, 即有数量规定的或有界限标准的诊断土层和诊断特性。这一点是诊断分类区别于形态发生分类的基本经验, 它克服了苏联和西欧分类中只定性, 不定量的缺点。

其次美国分类并不直接把成土条件和成土过程作为土壤分类的标准, 而是根据两者在土壤形态和性质上的反映分类土壤。如根据反映成土过程类型和强度的诊断层的有无划分土纲; 根据受湿度、土壤水分状况、主要母质和植被影响的关键诊断特性的有无划分亚纲等。这种突出土壤性质的分类经验是西欧经验的进一步发展, 已受到许多土壤学家的重视。不过仅根据单一诊断层或诊断特性区分土壤却带来不少问题。如旱成土纲由于只按淡色表层和干旱水分状况划分, 所以往往把许多成土过程不同的土壤, 如以荒漠化过程为主的漠土、以钙化过程为主的半漠土、以盐化过程为主的盐土皆堆砌在一起。因此仅根据单一诊断层或诊断特性分类土壤而不考虑成土过程, 必然会出现脱离土壤发生学原则和包罗万象之弊。

二、土壤形成过程

土壤形成过程是指在土壤形成条件的综合影响下, 在土壤中不断进行的, 而且决定土壤性质和组成的各种生物、物理和化学现象的总和。在新疆由于土壤形成条件复杂, 土壤形成过程也多种多样, 常见的有以下各种。

(一) 腐殖质的积累过程

1. 酸性腐殖质的积累作用 主要发生在新疆山地高海拔、冷湿气候和苔藓—针叶林植

被下。由于凋落物贫乏盐基,新形成的枯枝落叶层可迅速变为酸性至强酸性,从而限制了许多微生物和土壤动物的活动,并阻缓了有机物的分解。于是在新枯枝落叶层(L)以下形成较厚的发酵层(F)和较薄的腐殖质层(A)。这种分解弱的腐殖质层又称粗腐殖质层。其pH值多为4.0—5.0, C/N比为15—20, 胡敏酸/富里酸比小于0.5。

2. 富钙腐殖质的积累作用 主要发生在森林草原和草原植被下。这些植物多含丰富的灰分和盐基,它不仅促使植物茂密生长,向土壤提供大量有机物质,而且也促进多种微生物和动物积极活动,使有机物遭受彻底分解和高腐殖质化(C/N比10—12)。新形成的腐殖质以胡敏酸为主,且大部分与钙结合,致使土壤颜色变黑,所以一般又称为黑化作用(Melabiyation)

3. 淡色腐殖质积累作用 主要发生在荒漠和半荒漠土壤中。由于这种土壤上的植被极为稀疏,每年进入土壤表层的有机残落物数量有限;同时还由于占全年60—70%的降水量集中在高温的夏季,这时微生物的活动性最高,有机质的分解作用也最强,因此土壤表层的有机质含量一般皆在1%以下, C/N比在9以下。致使表土颜色变浅,故称淡色腐殖质的积累作用。

(二) 变质粘化过程

变质粘化过程一般是指次生硅铝质粘土在土壤剖面中就地形成和残留的过程。在漠境土壤中该过程的基本特征是:(1)成土作用的粘土产物没有向较深土层移动,而仅在原地积累,三氧化物沿剖面恒定(见表1);(2)粘化层中粘粒含量比母质明显增加;(3)在土壤切片中可以发现原生矿物就地变为粘土的顺序阶段。

在新疆该过程随成土条件不同,而有不同表现形式。在干热荒漠条件下,主要表现为粘泥化和铁质化作用。据苏联土壤学家的意见,所谓粘泥化即初期阶段的变质粘化或在粘土矿物表面形成鳞片状粘土的作用(Герасимов И.П., 1960),而铁质化则是在含铁矿物表面形成红棕色赤铁矿小鳞片或胶膜(Юбова Е.В., 1969)。这两种作用在新疆漠土中都有表现,这正如Юбова指出的,灰棕色土紧实层(即粘化层)的特性既决定于铁质化,也决定于粘化。

以剖面R—208为例,其粘粒含量以亚表层最高,但 $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ 率沿剖面恒定;再根据曹升庚同志对该剖面的切片观察资料可知,剖面最表层未发现任何粘化特征,但在亚表层却出现不少扩散膜状和膜状光性定向粘粒、黑云母风化的过渡产物等微形态特征。以上资料说明该剖面紧实层中确有弱变质粘化作用发生。用Tamm法提取的活性 Fe_2O_3 ,含量也有类似分布规律,即结皮层和底土层最低,亚表层最高,这说明铁质化作用也有某种程度的反映。

在典型灰褐色森林土中也发现类似的变质粘化作用(见表1剖面石—1),不过由于山区降水较高,干湿季明显,剖面中水热条件相对稳定的土层厚,所以粘化层出现部位深、厚度大。

(三) 钙化过程 一般是指碳酸盐从剖面上部向下淋溶和淀积的过程。在新疆,它主要发生在半干旱地区的各种草原和荒漠草原土壤中。

在这些土壤中由于淋溶作用不强,钙镁盐类只有部分淋失,大部仍残留土中。因此,表土中的部分钙离子可与植物残体分解时形成的碳酸结合,形成重碳酸盐。雨季它随下渗水流向下移动,但由于降水不高,浸湿不厚,一般到水流不再下渗的地方即以碳酸钙的形式淀积起来,形成钙积层。碳酸盐的淋溶强度常与降水总量的大小密切相关(见表2),但此种规律往往由于母质不同而有较大变异。

表 1

变质粘化过程的基本特征

土壤名称 及分布	土层厚度 (厘米)	有机 质%	pH 值	CaCO ₃ %	石膏 %	颗 粒 (%)		土体化学组成%			硅铁铝率		活 性 Fe ₂ O ₃ Tamm 法
						<0.001 mm	<0.01 mm	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	土体	胶体	
R—208, 棕漠土和 靖山前洪 积扇下部	0—2	0.57	8.3	11.4	无	6.2	17.7	58.90	3.69	12.39	6.81	3.65	0.218
	2—5	0.48	8.1	15.3	1.09	13.3	29.0	45.63	4.26	12.68	6.02	3.66	0.268
	5—10	0.40	8.3	14.0	无	13.2	24.8	56.68	4.52	12.79	6.16	3.66	0.343
	10—22	0.32	8.8	8.1	无	4.2	8.8	64.24	4.10	12.52	7.17	3.68	0.689
	22—37			8.7	无	2.2	2.4	63.24	4.45	12.61	6.93	3.26	0.240
石—1, 灰褐色森 林土, 天 山北坡	0—12	15.03	6.6	痕迹	无	11.8	33.5	48.15	4.88	11.93	4.45	3.27	
	12—32	5.09	6.8	"	无	20.4	57.7	59.87	5.92	14.73	5.51	3.16	
	32—45	5.17	6.9	"	无	21.0	56.8	59.89	5.83	14.47	5.60	3.25	
	45—65	2.19	7.2	1.69	无	24.7	54.9	62.62	5.88	15.20	5.60	3.19	
	65—85	1.10	7.6	2.71	无	23.8	50.9	62.99	5.97	15.11	5.67	3.19	
	85—150		8.2	22.84	无	20.0	51.9	47.95	4.63	12.03	5.66		

表 2

各种土壤的钙积层出现深度与降水量的关系

土 壤 名 称	标 本 数 (个)	钙积层出现深度(厘米)	年平均降水量(毫米)
黑 钙 土	10	60	>400
栗 钙 土	17	36	250—300
灰 钙 土	10	31	250—300
棕 钙 土	16	18	150—250
灰 漠 土	8	4	<150

(四) 淀积粘化过程 指未破坏粘粒从剖面上部向下淋溶和淀积的过程。过去苏联把它包括在灰化过程中, 但自P·Duehauboun提出了淋洗作用(Lessivation)的概念后, 才和灰化过程分开(Герасимов И·П., 1960)。它和灰化过程的区别是, 粘粒未遭破坏, 胶体三氧化物沿剖面不变; 和变质粘化过程的区别是, 粘粒不是就地形成, 而是淋溶——淀积的, 随着粘粒在剖面中部增加, 土体三氧化物同时增高(见表3)。其发生机制是: 1) 干旱土壤空隙和结构体表面完全或部分剥落; 2) 搬运, 雨季中剥落的粘粒随渗漏水向下淋

洗；3) 淀积，渗入深处的渗漏水由于毛管吸持作用进入微结构中，这时粘粒即被滤出，并淀积在非毛管孔隙的孔壁上，形成粘化B层(Bt)。

表3 淀积粘化过程的基本特征

土壤名称 及分布	土层厚度 (厘米)	有机 质%	pH 水提	颗粒组成%		土体化学组成 %			硅铁铝率		硅铝率	
				<0.001	<0.01 mm	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	土体	胶体	土体	胶体
灰色森林土， 阿尔泰山，海 拔1420米 (P-富-1)	8—20	4.99	6.4	8.9	35.3	59.20	6.05	13.95	5.62	2.24	7.19	3.05
	20—44	1.44	6.8	8.0	28.7	61.81	6.82	14.74	5.12	2.93	7.14	3.93
	44—75	0.84	7.0	11.2	28.3	60.90	7.28	15.37	5.17	2.81	6.71	3.74
	75—95		7.6	26.9	41.7	59.10	7.78	16.26	4.73	2.81	6.19	3.75
	95—115		8.1	11.2	34.0							

(五) 冻结隐灰化作用 仅发生在阿尔泰山湿润、寒冷、泰加林和酸性母岩下的森林土壤中。按成土条件来看，此种土壤具备发生灰化过程的可能。但实际情况是：1) 未形成明显的灰化层和Fe—Al腐殖质淀积层；2) 交换性盐基以A层最高，向下降低；3) 络合态和胶体三氧化物无明显移动；4) 粘粒也无移动和淀积现象。所有这些说明，这种成土作用既不是灰化，也不是粘化。出现这些异常现象的原因，恐怕与季节性冻结作用(冻结期长达7—9个月)有关。根据上述条件分析，化冻期凋落物分解形成的有机酸首先使盐基从A层淋洗，然后当pH值降到一定程度时铁、铝、富里酸盐也相继移动。但由于化冻期甚短，降水又不集中，所以当活动性较小的铁铝氧化物还未大量淋洗时土壤又重新冻结，以致络合态铁铝以表层最高。至于表层盐基含量高主要与生物作用和淋入心土层的盐基冻结后又随上升水流重返被洗出的部位有关。苏联对永冻地区的类似作用多称为冰冻铁质化作用(Розанов · Б.Г 1975)。但新疆见到的属季节性冻结类型，化冻期仍有可能发生淋溶作用，所以和冰酸铁质化作用不完全相同，而与Ж. Педро (1974) 所称的酸性不完全络合淋溶作用或隐灰化作用类似。为此我们把这种成土作用暂称为冻结隐灰化作用。

表4 冻结隐灰化作用的基本特征

土壤名称 及分布	土层厚度 (厘米)	有机 质%	pH 值 水提	交换性 盐基 me/100g	盐基 饱和度 %	交换性酸 me/100g	颗粒组成%		络合态		h/f	SiO ₂ / R ₂ O ₃	
							<0.001	<0.01 mm	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ %		土体	胶体
棕色隐灰 化土，阿 尔泰山， 海拔2260 米 (P-富 -5)	7—24	5.08	5.0	10.94	68.2	1.87	15.4	38.6	0.152	0.197	0.31	4.61	2.57
	24—40	2.23	4.8	5.14	58.5	2.16	12.5	30.6	0.132	0.120		4.51	2.54
	40—59	1.40	4.8	4.15	44.1	2.64	11.5	23.5	0.141	0.100	0.64	4.31	2.55
	59—80	0.50	4.8	3.51	38.2	2.95	4.3	9.7	0.058	0.046		3.33	

(六) 盐化——脱盐化过程 包括盐化、碱化和残余盐化三种。

1. 盐化 是由地下水或含盐地表水引起的现代积盐过程。新疆地处极端干旱地区, 蒸发量超过降水量几倍或几十倍, 土壤不能形成下降水流, 因而出现如下积盐特点: (1) 积盐普遍, 除少数沙土、砾质土和古老耕种土壤外, 几乎全部为盐化土壤或盐土; (2) 盐土积盐程度强, 0—30厘米平均含盐量多在10%以上, 有的达到20—30%; 0—100厘米也达5—10%之间; (3) 表聚性强, 大部分盐土形成结壳, 盐结壳厚度达5—20—40厘米, 含盐量占一米土层的55—70%; (4) 盆地边缘不少地方有白垩纪和第三纪含盐地层出露, 暴雨时盐分随地表径流大量注入盆地, 以致发生洪积盐化作用。

总之, 新疆土壤的盐化作用是十分独特的, 深厚的盐结壳和洪积盐土在世界其它地区都是罕见的。

2. 碱化 是在土壤逐渐脱盐过程发生的成土作用。由于南、北疆气候条件不同, 碱化程度也不一样。南疆气候极端干旱, 一般缺少脱盐条件, 碱化作用少见或很弱; 北疆则因降水较多, 冬有积雪, 融雪时产生脱盐条件, 钠离子有可能进入土壤吸收复合体, 所以碱化普遍。

3. 残余盐化 是指早期的积盐产物由于地下水位下降, 不再继续积盐或部分脱盐而残留在土壤中的盐渍化作用。残余盐化在新疆南北也有不同表现形式。在南疆易溶盐淋溶极弱, 多形成残余盐土。在北疆淋溶较强, 土体上部多已脱盐, 并形成碱化——残余盐化土壤; 但在母质含石膏多时, 消除了钠离子进入土壤吸收复合体的条件, 所以上部土层脱盐后不发生碱化, 只发生残余盐化。

境内成土过程除以上所述者外, 还有潜育化作用、胶结作用、冰冻作用等, 本文限于篇幅不拟一一说明。

三、土壤发生层及其诊断

土壤发生层是土壤形成过程的产物, 也是土壤属性的形态表现。因而不同成土过程可以形成不同质的发生层(如Au、Am、Ao、Bf、Bt、Bw等), 而同一成土过程由于成土条件的差异也可以形成不同量的或不同程度的发生亚层(如Am和Am₁, Bw和Bw'等)

表 5 新疆土壤发生层类型及其主要诊断指标

剖面中出 现部位	发生层或亚层		形成作用	主要诊断指标
	符号	名称		
地 表	T	泥 炭 层	嫌气分解作用	长期为水饱和, 有机质含量 $\geq 30\%$ (粘粒 $> 60\%$)或 $\geq 20\%$ (无粘粒)或介于中间
	O	有 机 层	好气分解作用	不为水饱和或短期饱和, 以L或L—F或L—F—H为主的有机物层次
表 土	Au	暗 色 A 层	酸性腐殖质的积累作用	有机质含量 $> 1\%$, 盐基饱和度 $< 50\%$, C/N > 13 , pH > 5.5 , 厚度 < 25 厘米
	A _u	厚 暗 色 A 层	同 上	同上 但厚度 > 25 厘米
	Am	松 软 A 层	富钙腐殖质的积累作用	有机质含量 $> 1\%$, 盐基饱和度 50% C/N > 13 pH > 5.5 , 厚度 > 15 厘米, 湿色阶 > 2
	A _m	暗 松 软 A 层	同 上	同上 但湿色阶 < 2

	Ao	淡 色 A 层	矿质化作用	有机质含量 $<1\%$ ，砂/粘加权平均比 ≤ 1 （0—40厘米）
	A(o)	弱 淡 色 A 层	同 上	" $<0.5\%$ ， " >13 （"）
	A(ca)	极弱淡色A层	同 上	" $0.5-1.0\%$ " $2-13$ （"）
	AK	孔 状 结 皮 层	脱盐、胶结	结皮层厚度 >3 厘米，发育良好，有蜂窝状孔隙
	AK'	薄孔状结皮层	同 上	" $1-3$ 厘米，发育较好， "
	AK''	极弱孔状结皮层	同 上	" <1 厘米，发育弱，有小蜂窝状孔隙或无孔
	Acs	盐 结 壳	盐化、胶结	盐结壳和土盐混合层厚度 >5 厘米，含盐量 $>10\%$
心 土	B'/f'	微弱灰壤淀积层	隐灰化作用	含少量无定形物质，且不符合灰壤淀积层规定的，即：①焦磷酸盐提取的 $Fe + Al < 0.6\%$ ，② $Fe + Al / \%$ 粘粒比 <0.05 （加拿大标准）
	Bt	粘粒淀积B层	淋 洗 作 用	淀积层和淋溶层粘粒百分数比 >1.2 ，结构体表面和孔壁有光性定向粘土，土体 SiO_2/R_2O_3 分子率沿剖面有变化，但胶体不变。
	Btn	碱 化 B 层	碱 化	有柱状或棱柱状结构，交换性钠占交换量的百分数 >20 ， $pH > 9.0$ ，易溶盐淋溶（ $<0.3\%$ ），不符合此规定，而且 $CO_3^{2-} + HCO_3^- > 0.05\%$ 者以n表示。
	Bw	风 化 B 层	变质粘化	粘粒含量比上下土层高，有结构，土体，胶体 SiO_2/R_2O_3 分子比沿剖面无变化，无光性定向粘土，厚度 >20 厘米。
	Bw'	弱风化B层	粘 泥 化	同上，但厚度 <20 厘米或更薄，仅有鳞片状粘土或铁染渍现象。
剖面任 何 部 位	Ca	钙 积 层	碳酸盐淋溶 淀积作用	发生于B或C层，次生碳酸盐含量 $\geq 10\%$ ，或比母质至少多 $1/3$ ，厚度 ≥ 15 厘米，不符合此种规定的为钙质层，用Ca'表示
	y	石 膏 层	盐 化	发生于B或C层，含量比母质至少高 5% ，厚度 ≥ 15 厘米或石膏百分数与此层厚度厘米数的乘积 >150 ，不符合此种规定的为石膏质层，用y'表示。
	Cy S	石 膏 盘 盐 土 化 层	盐 化 盐 化	石膏含量超过y层规定，结晶石膏连片分布。易溶盐含量 $>2\%$ 含盐量和厚度厘米数的乘积 >60 ，不符合此种规定的为盐化层，用Sa表示
	CS	盐 盘 层	盐化 胶结	连续胶结固化的土层，含盐量至少 20% ，以NaCl为主
	G	强 潜 育 层	还原作用	长期为水饱和，氧化还原电位 <200 毫伏， SiO_2/Fe_2O_3 分子率最窄，青灰色暴露于空气易变色。
	g	潜 育 化 层	氧化—还原 作用	季节为水饱和，有大量诱色斑纹，暴露于空气不易变色
	Z	冻 结 层	冰冻作用	季节冻结，用Z'表示。

这些发生层和亚层的符号、形成作用和主要诊断指标列入表 5。表中各发生层名称、符号和诊断指标大部采用国际上公认的，对部分不符合新疆具体情况的则作了适当补充和修改。

四、土壤分类的基本原则

为了在新疆荒地资源调查的基础上，提出较为完整的土壤分类系统，首先必须明确土壤分类的基本原则问题。本文依据的有以下三点：

1. 必须继续以发生学观点作为土壤分类的指导思想。这是因为发生学观点是以发生发展的或唯物辩证的观点研究土壤和环境之间的相互关系、研究土壤的发生演变过程和属性。土壤分类的目的就是揭示土壤内在的这种客观规律，正确区分土壤，为人们合理利用和改良土壤提供基本依据。

2. 应把土壤形成过程作为土壤分类的主要依据之一。在土壤分类的基本原则中是否考虑成土过程，目前尚有争议。如联合国在世界土壤图的图例卷中就明确指出：用诊断层来区分土壤单元已可保证分类系统的发生学原则，但成土过程不能作为标准。显然他们不赞成把成土过程作为土壤分类的标准。其实也不尽然，譬如他们在雏形层中既包含了土内风化的概念，又包括了轻潜育化的内容，甚至把不符合Bt、Bf等层规定标准的也包括在内。如果不考虑成土过程，而采用这种内容含混的雏形层来区分土壤，根本谈不上发生学原则，只能给土壤分类带来混乱。为了用成土过程诊断土壤，我们把常见的过程按罗马数字和阿拉伯数字的顺序列入表 6。

3. 应把土壤诊断发生层及其剖面构型作为土壤分类的另一主要依据。这一原则已得到许多土壤学家的普遍重视。如E·Ehwald指出：如果有令人满意的和可观察的土层时，则土层的一定组合就应是划分土壤类型的指标（Бонобьев В·Р, 1973）。Dudae R. (1966) 在编制欧洲 1:250万土壤图时，也把土壤剖面的基本发生层结构类型作为主要依据之一。最近的罗马尼亚土壤分类系统（Research institute for soil science of Romania, 1979）已十分具体的用诊断发生层剖面构型分类土壤，所有这些表明，用诊断层及其剖面构型分类土壤已成为当前土壤分类工作发展的一种动向。

表 6 新疆土壤形成作用系统

I 有机物质的积累过程	2. 粘粒的机械淋溶作用
1. 凋落物的分解和积累作用	3. 冻结隐灰化作用
2. 泥炭的积累作用	V 盐化—脱盐化过程
II 腐殖质的积累过程	1. 盐化 2. 碱化
1. 酸性腐殖质的积累作用	3. 残余盐化 4. 残余石膏化
2. 富钙腐殖质的积累作用	VI 潜育化过程
3. 淡色腐殖质的积累作用	1. 氧化—还原作用 2. 还原作用
III 变质粘化过程	3. 脱潜育化作用
1. 变质粘化	VII 胶结作用
2. 粘泥化和铁质化	1. 荒漠结皮形成作用 2. 成磐作用
IV 淋溶—淀积过程	3. 盐结壳作用
1. 碳酸盐淋溶—淀积作用（钙化过程）	VIII 冰冻作用
a. 淋溶的 b. 淋溶—淀积的 c. 钙积的	1. 永冻 2. 冻融交替 3. 季节性冻结

五、土壤分类单位和分类系统

土壤分类单位采用六级制：即土纲、土类、亚类、土属、土种和变种。

土纲 是土类共性的概括，相当于土壤形成类型，根据土壤形成的主要基本过程以及与之相适应的关键发生层或土壤剖面构型划分。全区共分为十个土纲。

土类 代表土壤形成过程中的一定发育阶段。其划分依据是：1) 根据一个主要基本过程或几个主要基本过程间量的对比关系或综合表现特征划分；2) 根据与主要基本过程相适应的典型剖面构型划分。

土类间的差异首先表现在主要基本过程相互间的量的对比关系上。如黑钙土、栗钙土、棕钙土和灰钙土的区别主要表现在腐殖质积累过程和钙化过程相互间的量的对比关系方面。各主要基本过程相互间的量的对比关系的总和，即体现出土类之间的质的差别或土壤形成过程中的阶段性差别。这种差别必然也反映在各土类的剖面构型上。如在腐殖质钙层土纲中，黑钙土具有 $Am-AB-Bca-C$ 剖面，栗钙土具有 $Am-Bca-C$ 剖面，棕钙土具有 $Aom-Bca-C$ 剖面，而灰钙土具有 $Amca'-Bw'ca-Cca'$ 型剖面。

亚类 是土类的从属单元，代表土壤形成过程的发育分段。其划分依据：1) 根据主要基本成土过程的典型特征或重要附加过程的过渡特征划分；2) 根据代表主要过程的典型剖面构型或向其它土纲或土类过渡的剖面构型划分。

代表主要基本过程的典型特征或典型剖面构型的亚类就是各土类中的典型亚类，而代表有附加过程和附加发生层的亚类则为过渡性亚类。后者如在黑钙土类中，附加有氧化还原作用和Bg层的为草甸黑钙土亚类；在灰漠土类中，附加有碱化过程和Btn层的为碱化灰漠土亚类等。

至于土属、土种和变种的划分原则与我国现行分类原则一致，本文不再一一赘述。

参考文献25篇(略)

表7 新疆土壤分类系统表

土 纲	土 类	亚 类	剖 面 构 型	成 土 过 程
新成土	石 质 土	石 质 土	(A)—R	
		腐殖质石质土	A—R	Ⅱ
	风 沙 土	固 定 风 沙 土	(A)—C	
		半固定风沙土	(A)C—C	
		流 动 风 沙 土	C	
	龟 裂 土	龟 裂 性 土	AK'—C	Ⅶ ₁
		龟 裂 土	AK—C	
	冲 积 土	冲 积 土	AO—C	Ⅰ ₃
		草 甸 冲 积 土	Am—Cg	Ⅱ ₂ Ⅳ ₁

漠 土	灰 漠 土	灰 漠 土	AK—Bw'ca—C	Ⅱ ₂ N _{1b} Ⅶ ₁
		龟 裂 灰 漠 土	AK—Bw'nca—C	Ⅱ ₂ N _{1b} V ₂ Ⅶ ₁
		盐 化 灰 漠 土	AK—Bw'sca—Cs	Ⅱ ₂ N _{1b} V ₁₁₃ Ⅶ ₁
		碱 化 灰 漠 土	AK—Btnca—C或Cy'	Ⅱ ₂ V _{1b} V ₂ Ⅶ ₁
	灰棕漠土	灰 棕 漠 土	AK'ca'—Bw'—C	Ⅱ ₂ N _{1c} Ⅶ ₁
		碱 化 灰 棕 漠 土	AK'ca'—Btn—Csay'	Ⅳ _{1c} V ₂ Ⅶ ₁
		石 膏 灰 棕 漠 土	AK'ca'—Bw'y—Cysa	Ⅱ ₂ N _{1c} V ₄ Ⅶ ₁
	棕 漠 土	棕 漠 土	AK''ca'sa—Bw'y'—C	Ⅱ ₂ N _{1c} V ₂ Ⅶ ₁
		石 膏 棕 漠 土	AK''casa—Bw'y—Cy	Ⅱ ₂ N _{1c} V ₄ Ⅶ ₂
		石膏盐磐棕漠土	AK''casa—Bw'cy—Ccs	Ⅱ ₂ V _{1c} V ₃₋₄ Ⅶ ₂
	高山漠土	高 山 漠 土	AK—(Bw')—C	Ⅱ ₂ Ⅶ ₁
腐 殖 质 —钙层土	黑 钙 土	黑 钙 土	Am—AB—Bca—C	Ⅱ ₂ V _{1b}
		淋 溶 黑 钙 土	Am—AB—Cca	Ⅱ ₂ V _{1a}
		碳 酸 盐 黑 钙 土	Amca'—Bca—C	Ⅱ ₂ V _{1c1}
		草 甸 黑 钙 土	Am—Bcag—Cg	Ⅱ ₂ V _{1b} N ₁
	栗 钙 土	暗 栗 钙 土	Am—AB—Bca—C	Ⅱ ₂ N _{1b}
		淡 栗 钙 土	Am—Bca—C	Ⅱ ₂ N _{1b}
		碳 酸 盐 栗 钙 土	Amca'—Bca—C	Ⅱ ₂ N _{1c}
		草 甸 栗 钙 土	Am—Bcag—Cg	Ⅱ ₂ N _{1b} Ⅶ ₁
	棕 钙 土	棕 钙 土	AK''—Am—AB—Bca—C	Ⅱ ₂ N _{1b} Ⅶ ₁
		淡 棕 钙 土	AK''—AO—Bca—C或Cy'	Ⅱ ₃ N _{1b} Ⅶ ₁
		碱 化 棕 钙 土	AK''n—Aon—Btnca—Csa	Ⅱ ₃ N _{1b} V ₂ Ⅶ ₁
		草 甸 棕 钙 土	AK''—Ao—Bcag—Cg	Ⅱ ₃ N _{1b} V ₁ Ⅶ ₁
	灰 钙 土	灰 钙 土	Amca'—Bw'ca—Cca'	Ⅱ ₂ Ⅱ ₂ N _{1c}
		草 甸 灰 钙 土	Amca'—Bw'cag—Cg	Ⅱ ₂ Ⅱ ₂ N _{1c} Ⅶ ₁
	亚 高 山 草 原 土	亚 高 山 草 原 土	Am—Bca—Cca'	Ⅱ ₂ N _{1b}
		亚高山草甸草原土	Am—AB—Cca	Ⅱ ₂ N _{1a}

	亚高山草甸土	不饱和亚高山草甸土	Asd—Am—BC—C	I ₂ V _{1a}
		饱和亚高山草甸土	Asd—Am—BC—Cca	I ₂ V _{b1}
棕色土	灰褐色森林土	灰褐色森林土	O—Am—Bw—Bca—C	I ₁ I ₂ III ₁ V _{1b}
		淋溶灰褐色森林土	O—Am—Bw—Cca或C	I ₁ I ₂ III ₁ V _{1a}
		碳酸盐灰褐色森林土	O—Amca'—Bwca—Bca—Cca'	I ₁ I ₂ III ₁ V _{1c}
		生草灰褐色森林土	Am—Bw—Bca—C	I ₂ III ₁ V _{1b}
淋溶土	灰色森林土	灰色森林土	O—Am—AB—Bt—Cca	I ₁ I ₂ V _{1a} VI ₂
		淡灰色森林土	O—Am—AB—Bt—Cca	I ₁ I ₂ V _{1a} VI ₂
灰化土	棕色隐灰化土	棕色隐灰化土	O—Au—Bf'—Cg'	I ₁ I ₁ V ₃ VII ₃
		暗色隐灰化土	O—Am—Btf'—Cg'	I ₁ I ₂ V ₂₋₃ VII ₃
寒冻土	山地冰沼土	山地冰沼土	AT—BC—Cg	I ₂ VII ₁
	高山草甸土	不饱和高山草甸土	Asd—Au—AB—Cg'	I ₁ VII ₂
		饱和高山草甸土	Asd—Am—Bc—Cg'	I ₂ VII ₂
水成土	草甸土	暗草甸土	Am—Bg—Cg	I ₂ V ₁
		淡草甸土	Aom—Bg—Cg	I ₂₋₃ VI ₁
		林灌草甸土	O—Am—Bg—Cg	I ₁ I ₂ VI ₁
		荒漠化草甸土	Aksa—Aosa—(Bg)—C	III ₃ V ₁ VI ₃
	沼泽土	淤泥沼泽土	Aog—G	III ₃ VI ₂
		草甸沼泽土	Am—Bg—G	I ₂ VI ₁₋₂
		腐殖质沼泽土	Amg—G	I ₂ VI ₂
		泥炭沼泽土	TG—G	I ₂ VI ₂
		残余沼泽土	AT—Am—(G)	I ₂ VI ₃
盐成土	盐土	典型盐土	Acs—Aos—Bsag—Csag	III ₃ VI ₁ VI ₁ VII ₃
		草甸盐土	Ams—Bsg—Csag	III ₃ V ₁ VI ₁
		苏打盐土	Amns—Bsg—Cg或G	I ₂ V ₁₋₂ VI _{1或2}
		沼泽盐土	Ams—Bsg—Gsa	I ₂ V ₁ VI ₂
		残余盐土	Akcs—Bs—Csa	V ₃ VII ₃

灌 淤 土	灌淤黄土	灌 淤 乌 黄 土	Am—Bp—C	I ₂	IV ₂
		灌 淤 黄 土	AO—Bp—C	I ₃	IV ₂
		灌 淤 白 土	AK—AO—Bp—C	I ₃	VI ₁
	灌淤潮土	灌 淤 灰 潮 土	Am—Bp—Bg—Cg	I ₂	IV ₂ VI ₁
		灌 淤 潮 土	AO—Bp—Bg—Cg	I ₃	IV ₂ VI ₁
		灌 淤 盐 潮 土	AOms—Bsag—Csag	I ₂₋₃	V ₁ VI ₁

江苏省铜山县孟庄大队 农田生态系统演变及改善途径

单光宗 胡纪常 杨劲松 祝寿泉

江苏省徐淮黄泛平原，历史上受旱涝盐碱灾害的影响，产量低而不稳。解放以后，在水利建设及耕作制度上进行了一系列的改革，取得了初步成效，自七十年代，特别是大面积发展灌溉以后，粮食有了较大幅度的增产。但是，在发展生产中也出现了一些新问题。近年来，全区盐碱地面积有所减少，而实际上仍然存在着盐碱化的威胁，部分地区措施不当，盐碱危害加剧，盐碱地的面积还有所扩大^{1、2}。在施肥方面，虽然化肥用量急剧增加，但大部分土壤仍然很贫瘠³。

为研究江水北调的实施效益和防止农田生态系统恶化，继1979年徐淮黄泛平原调查之后，我们再次以铜山县张集公社孟庄大队为重点，研究了农田生态环境、生产措施和作物增产的相互关系。

孟庄的农业生产条件及生产发展概况

孟庄位于铜山县城东南，地处废黄河南岸的冲积平原上，具有黄泛平原自然条件的一般特征。地面微具起伏，北部为废黄河背河洼地，东部系一槽形洼地，中西部为龟背状高地，形成岗坡洼相间的地形组合，地面水和地下水径流滞缓，自然排水和人为排水出路不畅，历史上洪涝灾害频繁而严重。孟庄的黄泛沉积物，质地较粗，沙性重，小于0.01毫米的颗粒含量一般在10—25%之间。由于全剖面质地均一，毛细管作用强烈，雨后返盐迅速，虽然地下水的矿化度多小于1克/升，但在气候、地形、母质和排水条件等多种自然因素的综合影响下，土壤仍然普遍存在着盐渍化过程，盐分容易集中到地表，危害作物生长⁴。除了涝渍盐碱的影响外，干旱和风沙也是发展生产的障碍因素。因土壤沙性重，肥力低，干时容易起沙，湿时易板结，漏水漏肥。

长期以来，由于旱涝、盐碱、风沙的交互为害，生产一直处于低而不稳的状态。在未经治理以前的1963年，全年粮食总产仅16万斤。从1964年开始，围绕除涝防盐和固沙改土进行综合治理，先后采用了挖沟打井，平田整地，种植绿肥，种稻淋盐等措施，逐步克服了各种灾害，粮食产量也获得了较大幅度的增长。1969年为75万斤，1970年增长到100万斤，1973年总产达211万斤，1978年已超过300万斤，1980年总产达350万斤。

获得持续增产的原因

孟庄生产条件较差，但是近十多年来，粮食却获得了持续增产，其主要原因是该大队采

用了改造与适应相结合,水利措施与农业生物措施相结合的治理方法,促进了农田生态系统不断改善,功能不断提高,从而使作物的生长发育与环境条件的相互关系更加协调。

1. 风沙灾害基本消除,旱涝盐碱危害程度减轻

按地形划分,孟庄具有三种基本土地类型,即上岗地、二坡地和湖洼地。

上岗地为泡沙土或飞沙土。在未经治理以前,由于受干旱和风沙的影响,小麦平均亩产仅10—30斤,通过六十年代的平田整地、植树造林及发展灌溉等措施,干旱风沙已基本克服,七十年代初,上岗地小麦平均亩产已上升到300—400斤。继后,由于实行粮棉绿肥轮作及间种套作,并普遍增施磷肥,小麦亩产一直保持在500斤以上。目前,一部分上岗地已由单一的粮食布局,逐步发展为果粮间作。这将有利的巩固和提高防风固沙效果,有利于夺取果粮双丰收。

二坡地与湖洼地多沙壤土,由于涝渍盐碱为害,过去经常有种无收,例如,在1963年未经治理以前,全大队受涝失收面积高达1996亩,占全大队土地面积的43%,受渍面积1030亩,占土地总面积的22%。但是,通过开沟排水和大面积改制种稻以后,湖洼地作物受涝渍危害的面积显著减少,按1972年7月的降雨总量和强度,都超过了1963年,但1972年全大队的失收面积仅37亩,受渍面积仅281亩⁵⁾,且受害程度很轻。近十年来,作物基本上没有受到涝渍的危害。

盐碱的危害主要表现在对作物立苗的影响。过去西北湖和东湖洼地有大片盐碱荒地,且作物缺苗断垄也十分严重。据1963年统计,全大队受不同程度盐碱危害的土地有3044亩,占土地总面积66.2%,七十年代初减少为2833亩,1982年调查,不同程度盐碱化土地约1500多亩,占33%。目前,除局部盐斑地外,大田作物直接受盐害的面积很小,土壤一般都可立苗。

2. 作物对环境的适应性增强。

六十年代至七十年代的农田基本建设,对于防治涝渍盐碱灾害起了重要作用,但由于自然出流不畅,加之人为利用排水沟蓄水,灾害难于根除,特别是盐碱对旱作物立苗的影响仍然十分严重。每当春秋干旱季节,西北湖洼地周围的盐分大量聚积,表土0—5厘米的含盐量多在0.3—0.5%之间,部分地段高达1.0%以上,旱作物大量死苗。但在改制种稻的情况下,由于土壤水分经常处于饱和状态,从而降低了土壤溶液的浓度,表土含盐量由0.5—1.0%降低到0.1左右,减轻了盐分对作物的危害。另外,由于水稻抗涝渍的能力强,在多雨年份,其它旱作物不能保收的情况下,水稻却能生长很好。

该大队从1969年开始试种水稻,1973—1974年水稻面积发展到1600亩左右,约占粮食播种面积的28%,1974年至1977年水稻面积约占粮食播种面积35—40%,1979—1980年水稻面积已扩展到2300—2700亩,占粮食总面积48—52%。随着水稻面积扩大,化肥用量增多,粮食产量也不断增长。

3. 作物养分供求矛盾得到了改善

孟庄大队的成土母质属黄泛冲积物,土壤有机质及养分含量都很低,不同土壤类型的含量虽有差异,但氮磷钾含量均属极低范围,耕层有机质含量最高的两合土仅1%左右,沙土与沙壤土有机质含量0.7—0.8%,泡沙土飞沙土多不足0.5%^{6、7、8)}。

过去由于受多种灾害的影响,生产落后,经济能力薄弱,除施用农家肥外,商品化肥用量很少。六十年代以前,全大队每年化肥的施用量一般不超过10万斤,七十年代初,每年

化肥用量达20—30万斤，但七十年代以后，随着生产的发展，化肥的用量也愈来愈多，如1978年氮磷化肥的施用总量为63.7万斤，1979年为70.6万斤，1980年为126万斤，1981年为85万斤。养分的供应不断改善，无疑对持续增产起了积极的作用。

生态平衡的现状

孟庄大队的农田生态系统，经过多年的改造、适应和建设，已经发生了较大的变化。从当前涝渍盐碱的危害程度和农业生产增长的速度来看，可以认为，生态平衡的现状基本上对生产是有利的，因为产量提高是生产条件改善的一个重要标志。但是，单纯从产量指标来评价生态环境的优劣，是不全面的。作为良好的生态系统，不仅彻底消除了灾害的根源，而且结构和谐，并且具有高效而经济的物质、能量的传输和转换效率^{9、10}。从孟庄目前的农田生态系统来看，还远没有达到上述标准。该大队的生态系统具有如下一些特征。

第一，涝渍盐碱的受害面积虽然有所减少，但灾害并未根除

孟庄近十多年来持续增产的原因，一方面是由于六十年代的农田基本建设，促进了水土条件的改善，另一方面，通过大面积改制种稻，提高了作物对环境的适应能力，从实质上看，涝渍盐碱的危害并未根除。

根据我们对孟庄30眼井水位和水质的调查，及张集水文点观测资料，可以看出：1. 目前地下水位和水质状况，与1974年相比变化不大，旱季地下水位在100—250厘米，仍不利于防止土壤盐渍化（表1），2. 地下水的运动主要受蒸发、降雨和灌溉的影响，属渗入蒸发动态类型，降雨量愈大，补给地下水愈多，水位变幅也愈大（表2），3. 在一年之中，地下水位随季节而变化，3—5月，气候干旱，雨量稀少，土壤蒸发量大，地下水位相对较低，6—8月降雨量增大，灌溉水也增多，地下水位迅速上升，9月以后，随雨量及灌溉水减少，水位又日趋下降。从长期趋势来看，历年各个时段地下水位的升降变幅，基本上是趋于一致的，故年际之间，地下水仍处于相对稳定的状态（图3）。

再从1972年和1982年的土壤分布情况来看（图1、2），各类土壤所占的面积和比例变化不大，历经10年，盐碱地面积约减少了10%。为了解土壤贮盐量的变化，我们分别选取了1972—1974年和1982年的十对湖洼地剖面及七对岗坡地剖面，进行盐分分析结果统计，统计结果表明，湖洼地一米土体平均含盐量，七十年代初为0.067%，八十年代初为0.060%，贮盐量减少了10%左右，岗坡地一米土体的平均含盐量，七十年代初为0.053%，八十年代初为0.062%，贮盐量增加了18%左右。

显然，在排水条件没有根本改善的情况下，蓄水种稻只能起到暂时淡化表土的作用，在种稻过程中，由于淡水水体的挤压，盐分向稻区边缘和缓坡岗地上移动、聚积。当稻田回旱以后，稻区又会重新积盐。在一般情况下，回旱的时间愈长，土壤盐分聚积亦愈多。

第二，施肥的数量虽然不断增加，但土壤肥力仍然很低

从上述孟庄历年的施肥情况可以看出，该队八十年代的施肥量比六十年代增加了近十倍。但是尽管施肥数量不断增长，目前土壤肥力仍然不高，主要表现是，土壤中有有机质积累很少。例如在1972年分析的20个样品中，有机质含量小于0.3%的占20%，0.3—0.5%的占55%，0.5—0.7%的占10%，0.7—0.9%的占15%。而1981年铜山县土壤普查采集的59个土样中，有机质含量小于0.3%的占3.4%，0.3—0.5%的占18.6%，0.5—0.7%的占54.2%，