

吉林省 第二次土壤普查专题研究文选

刘 炜 主编

中国农业科技出版社

吉林省第二次土壤普查专题

研究文选

主编：刘 炜

中国农业科技出版社出版(北京海淀区白石桥路30号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

长春电影制片厂印刷厂印刷

开本：787×1092毫米 1/16 印张：19.75 字数：490千字

1991年11月第一版

1991年11月第一次印刷

印数：1—500册 定价：20.00元

书号：ISBN 7-80026-242-1/S·189

目 录

土壤分类与土壤性质

东北松嫩平原苏打盐渍土的数值分类研究.....	
试论吉林省北方水稻土的特征与类型.....	(10)
吉林省东部山地主要土壤类型及土壤动物.....	(16)
吉林省主要土壤中微量元素的含量评价及其相关分析.....	(25)
吉林省几种主要耕作土壤的粘粒矿物组成.....	(31)
吉林省几种主要耕地土壤腐殖质组成变异规律的研究.....	(39)
吉林省土壤水分平衡状况计算分区.....	(45)
长白山自然保护区土壤概查报告.....	(53)

土壤改良与利用

论土壤有机培肥.....	(59)
论吉林省中低产田的划分及其改良培肥技术.....	(73)
中低产田的培肥与改造是突破我省粮食产量的重大战略措施.....	(76)
吉林省西部风砂土资源类型开发利用及其治理途径的探讨.....	(83)
论西部地区盐碱、洼地开发水田	(92)
吉林省西部草原土壤“三化”的原因及治理途径.....	(100)
论白浆土施石灰问题.....	(104)
关于白浆土物理性改善与培肥的探讨.....	(112)
秸秆还田是培肥地力的重要途径.....	(119)

科学施肥

旱地土壤诊断定量施氮的研究.....	(125)
吉林省东、中部土壤供钾状况分析	(140)
培肥地力科学用肥持续高产稳产——吉林市肥料调查研究报告.....	(145)
利用经验公式经济参数确定氮磷化肥最佳施肥量.....	(154)
吉林省主要土壤供磷能力诊断方法及其用于测土施肥的研究.....	(162)
锌、钾肥防治水稻赤枯病技术研究	(172)
石灰性土壤玉米施用锌磷肥效应的初步研究.....	(175)
四平市化肥用量与产量的相关性及施肥预测.....	(182)
玉米配方施肥有关参数的确定.....	(186)

吉林省玉米在黑钙土和白浆土上土壤诊断施肥模式变化趋势的研究.....	(189)
靖宇山区玉米中低产田高产施肥数学模型研究初报.....	(193)
黑土供磷能力与磷肥经济合理用量问题的初步研究.....	(200)
玉米钾肥肥效的研究报告.....	(206)
谷子氮肥施用技术的试验研究初报.....	(210)

土壤测试与其他

黑土和淡黑钙土的有效磷测定方法的研究.....	(213)
应用 ¹⁵ N示踪微区试验研究旱田土壤碱解氮与硝酸铵的利用率.....	(218)
土壤矿质全量分析中不同熔融方法对比的初步研究.....	(224)
吉林省白浆土磷素状况的研究——白浆土有效磷测定方法的筛选.....	(227)
吉林省主要旱田土壤矿质氮与碱解氮相关性的研究初报.....	(232)
吉林省酸性水稻土速效磷测定方法的研究.....	(242)
苏打盐碱土交换性盐基总量及交换性钠分析方法比较和选试.....	(247)
吉林省主要土壤速效钾两种测试方法相关性的探讨.....	(252)
CONTIFLO自动分析系统在土壤测试中的应用.....	(257)
土壤腐殖质连续流动测试法.....	(264)
土壤速效磷的连续流动测定方法及精度试验.....	(268)
硫酸硒粉消煮法测定土壤钾的初步试验.....	(275)
国产连续流动土壤测试系统测定土壤硝态氮的方法及精度试验.....	(279)
吉林省土壤资源数据库系统的建立及其应用.....	(286)
畜牧业生产发展对土壤生态系统影响的研究.....	(291)
土壤普查中利用航片问题的初步探讨.....	(297)
关于吉林省地膜应用与残留污染情况的调查报告.....	(302)

东北松嫩平原苏打盐渍土的数值分类研究

杨国荣 孟庆秋 王海岩

(吉林省农科院土壤肥料研究所)

东北松嫩平原,分布有620万公顷的盐渍土,是典型的苏打碱化盐渍土区,发育有苏打盐碱化土壤,苏打盐土和苏打柱状碱土。

关于这一地区的土壤分类研究,通过两次全国范围的土壤普查,对盐渍土的高级分类单元划分原则依据,以及对基层分类单元划分依据的认识,已基本趋于一致^[1]。

我国盐渍土分类研究,始于30年代初期^[2],80年代以来,开始用电子计算技术,进行土壤分类的数值统计,做到各级分类依据的指标化和数据化,开始摆脱单纯依靠直观形态划分土壤类型的状况。例如黄淮海地区的有关碱化度的研究^[3]则是一例。

本文拟就东北松嫩平原苏打盐渍土在二次土普所取得的大量分析化验数据的基础上,应用电子计算技术进行数值统计作一初步探讨。

一、资料来源、数据整理和统计方法

在松嫩平原苏打盐渍土区,我们从农安、长岭、怀德、前郭、梨树等县,在1979—1983年全国二次土壤普查中,共选取了代表性剖面126个计386个层次,分层测定了土壤全盐量、酸碱度、阴离子 CO_3^{--} 、 HCO_3^- 、 SO_4^{--} 、 Cl^- 和阳离子 Ca^{++} 、 Mg^{++} 、 K^+ 、 Na^+ 等。同时测定了代换总量和代换性钠,计算出钠碱化度。

所得各剖面层次的分析数据,按0—50厘米内,最高含盐表层(盐土、盐碱化土和白盖(结皮)碱土)和最高碱化层(深、浅位碱土)的相邻2—3层次的同一性状的测定数据,进行加权平均,得到代表剖面点的各项性质均值,依此进行苏打盐渍土的数值统计分类。采用了综合数值分析方法^[4],进行主成分分析和判别分析,建立主成分方程和判别方程,找出综合系数(K_{gp})和分类界限指标(X_{1gp}),从而完成数值分类界限的划分工作。计算工作委托地质部长春计算站应用6912型计算机完成。

二、结果及讨论

(一)盐分组成(负离子当量比)及盐化非盐化界限的判别分类。按盐分阴离子当量比值,确定盐渍化类型并提供划分基层分类单元—土属的划分依据。选取80个土壤剖面,以全盐量、 CO_3^{--} 、 HCO_3^- 、 $\text{CO}_3^{--}+\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-+\text{SO}_4^{--}$ 和 $\text{CO}_3^{--}+\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-+\text{SO}_4^{--}$ 六个数值作为数据分类的指标,用各个剖面的性质均值为原始数据(见表1)进行数学判别归类。

1. 主成分分析及其结果

原始数据经过标准化后,建立相关矩阵,求出特征值和特征向量,建立起第一和第二主成分方程(y_1 和 y_2)。二个主成分对于总方差的累积贡献率为85.7%。用 y_1 和 y_2 作为平面坐标的二个轴,绘出盐渍土分类的散点图(如图1)。绘出各分类级别的粗略界线,以便进行判别分析和确定分类的准确界线。

表 1 苏打盐渍土剖面原始数据统计表

剖面编号	① 全盐量 (%)	② CO_3^{--} cmolkg^{-1}	③ HCO_3^{--} cmolkg^{-1}	④ $\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_3^{--}$ cmolkg^{-1}	⑤ $\text{Cl}^{--} + \text{SO}_4^{--}$ cmolkg^{-1}	⑥ $\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_3^{--}$ cmolkg^{-1}
1	0.034	0	0.28	0.28	0.10	2.80
2	0.051	0.14	0.38	0.52	0.24	2.17
3	0.059	0.05	0.43	0.48	0.35	1.37
⋮						
70	0.53	3.92	4.05	7.97	0.87	9.16
⋮						
79	1.237	2.42	2.71	5.13	14.94	0.34
80	1.450	0.90	1.81	2.71	19.78	0.14
$\bar{X}$	0.329	0.829	1.775	2.638	1.967	4.736
$S\bar{x}$	0.277	0.895	1.307	1.824	3.697	4.333

$\bar{x}$ 是平均数; $S\bar{x}$ 是标准差

第一主成分方程:

$$Y_1=1.5957X_1+0.5084X_2+0.3458X_3+0.2095X_4+0.0749X_5+0.0448X_6-2.6835$$

第二主成分方程:

$$Y_2=-1.4946X_1+0.0391X_2+0.1959X_3+1.0530X_4-0.1628X_5+0.1392X_6-0.5053$$

2. 判别分析及其结果

根据图1所示,对各组中每相邻二组进行判别分析,建立判别方程,求出类间判别点的判别值(R_{gpo}),类组均值的判别值(R_g 和 R_p),准确绘出土壤分类界线(R_{12} 、 R_{23} 、 R_{13}),算出综合系数(K_{gp})列入表2,同时计算出土壤性质分类界线指标(X_{igpo}),判别权(W_1 和 W_2)和指标权(T_1 和 T_2)列入表3。

3. 判别分析结果的讨论

用综合数值分析法计算的结果,首先将松嫩平原苏打盐渍土划分为盐渍土与非盐渍土,再划分为苏打盐渍土和 $\text{Cl}^{--}\text{SO}_4^{--}$ 盐渍土,(1)苏打盐渍土与非盐渍土主要划分指标,全盐为

表 2 判别分析结果

分组	1—2	2—3	1—3
判别方程	$R_{12}=-0.075X_1+0.082X_2$	$R_{23}=0.004X_2+0.194X_3$	$R_{13}=0.085X_1-0.227X_2$
类间判别点判别值 R_{gpo}	$R_{120}=0.0081$	$R_{230}=0.0246$	$R_{130}=0.0588$
类组均值和判别值 R_pR_g	$R_1=-0.0557$	$R_2=0.0103$	$R_3=0.01908$
F 值检验 %	102	173	56
综合系数 K_{gp}	1.733	0.3751	0.8526

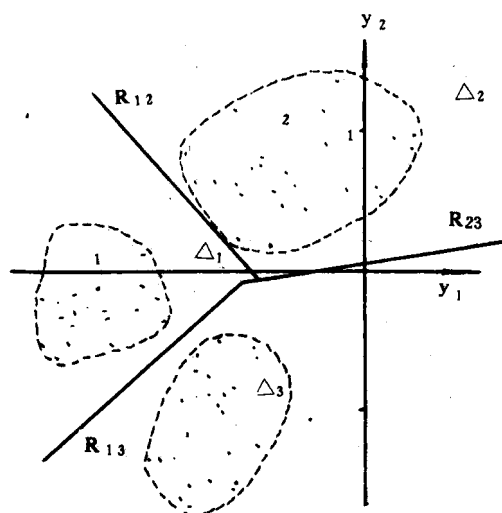


图 1 盐渍土分类的散点图

表 3 土壤性质分类界线指标

各项性质的指标 权与权序		(4) 0.1883 (3) 0.1970	(3) 0.1895 (6) 0.0167	(2) 0.1920 (4) 0.1218	(1) 0.2249 (5) 0.0913	(5) 0.0981 (2) 0.2864	(6) 0.0826 (1) 0.2869
判别数%	分级界号及 界线指标	全盐 (%)	CO_3^{--}	HCO_3^{--}	$\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_3^{--}$	$\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{--}$	$\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_3^{--}$ $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{--}$
$W_1 \quad W_2$							
61.1 38.9	12 xj120	0.102	0.396	1.104	1.504	0.437	3.981
99.3 0.7	23 xj230	0.320	0.758	1.485	2.264	2.460	0.980
86.9 13.1	13 xj130	0.255	0.392	0.958	1.364	2.364	0.514

0.1%作为分界指标。大于0.1%为苏打盐化土或苏打盐土；小于0.1%为非盐化土。(2) 苏打盐化土和 $\text{Cl}^- - \text{SO}_4^{--}$ 盐化土按 $\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_3^{--}$ ； $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{--}$ 的值划分，其分界线比值接近于1 (0.98)。其比值大于1者为 $\text{Cl}^- - \text{SO}_4^{--}$ 盐化土或盐土。(3) 全盐量在0.32%以上者，出现硫酸盐与氯化物含量增多的趋势，使苏打占绝对优势的趋势改变， $\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_3^{--}$ ； $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{--}$ 的比值由4下降为1， $\text{Cl}^- - \text{SO}_4^{--}$ 的含量比较突出的开始增加，而占据主要成分。综上所述，当 $\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_3^{--}$ ； $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{--}$ 的比值为4时，是纯苏打盐化土或盐土，比值为1—4时以苏打为主， $\text{Cl}^- - \text{SO}_4^{--}$ 为副的盐分组成，叫做氯化物（或硫酸盐）苏打盐化土，比值小于1时是以 SO_4^{--} 为主的盐分组成。比值小于0.5时为氯化物为主的盐分组成。根据上述综合数值法归类的数据分析，拟定苏打盐渍土依盐分主、副成分划分土属标准和命名如下：

(1) $\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_4^{--}$ ； $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{--} > 4$ 苏打盐化土或苏打盐土

(2) $\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_4^{--}$ ； $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{--} = 1 - 4$

当 $\text{Cl}^- > \text{SO}_4^{--}$ 氯化物苏打盐化土或盐土

- 当 $\text{SO}_4^{--} > \text{Cl}^-$ 硫酸盐苏打盐化土或盐土
- (3) $\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_3^-; \text{Cl}^- + \text{SO}_4^{--} = 0.5 - 1$
- 当 $\text{SO}_4^{--} > 5\text{Cl}^-$ 硫酸盐盐化土或盐土
- 当 $\text{SO}_4 = (1-5) \text{Cl}$ 氯化物硫酸盐盐化土或盐土
- 当 $\text{SO}_4 > \text{苏打} > \text{Cl}$ 苏打硫酸盐盐化土或盐土
- (4) $\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_3^-; \text{Cl}^- + \text{SO}_4^{--} < 0.5$
- 当 $\text{Cl}^- > 4\text{SO}_4^{--}$ 氯化物盐化土或盐土
- 当 $\text{Cl}^- = (1-4) \text{SO}_4^{--}$ 硫酸盐氯化物盐化土或盐土
- 当 $\text{Cl}^- > \text{苏打} > \text{SO}_4^{--}$ 苏打氯化物盐化土或盐土

(二) 苏打碱化土壤的判别归类

选取 81 个土壤剖面的六项指标（总碱度、pH 值、残余碳酸钠、碱化度、代换总量和代换性钠）进行数据分类。原始数据见表 4。

表 4 苏打盐渍土剖面数据统计表

剖面编号	1 $\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_3^-$	2 pH 值	3 残余碳酸钠 cmolkg^{-1}	4 钠碱化度 (%) cmolkg^{-1}	5 代换总量 cmolkg^{-1}	6 代换性钠 cmolkg^{-1}
1	0.28	8.77	-0.11	1.74	11.50	
2	0.50	8.37	-0.09	2.25	15.15	0.20
⋮						0.37
21	1.43	8.58	1.00	10.27	27.22	
⋮						2.75
30	1.92	9.41	1.73	26.26	23.84	
⋮						5.31
49	3.03	9.49	2.70	42.75	22.95	
⋮						9.82
81	2.71	9.60	1.61	90.66	20.45	17.74
$\bar{X}$	2.913	9.249	2.467	35.933	18.914	6.387
S_x	2.315	0.634	2.342	27.121	5.170	4.903

$\bar{X}$ 为平均值, S_x 为标准差

1. 主成分分析及其结果

按上段所述方法, 建立起第一和第二主成分方程 y_1 和 y_2 。其累积贡献为 86.8%。

第一主成分方程:

$$Y_1 = 0.1944X_1 + 0.7114X_2 + 0.1926X_3 + 0.0167X_4 + 0.0284X_5 + 0.0824X_6 - 7.0738$$

$$Y_2 = -0.0134X_1 - 0.1782X_2 - 0.0090X_3 + 0.0037X_4 + 0.1747X_5 + 0.0820X_6 - 2.2516$$

以 y_1 和 y_2 的值为坐标轴线, 绘制平面散点图 (附图 2)。并粗略画出五个分类区域。

2. 判别分析及其结果

对粗略界线中相邻两组进行判别分析, 结果列入表 5 和表 6。

3. 判别分析结果的讨论

数据分类结果, 将松嫩平原苏打碱化土壤划分为非碱化土、弱碱化土、中碱化土、强碱

化土和碱土共五个级别，从表六中看，主要指标碱化度小于 5 是非碱化土壤，5—15 是弱碱化土，15—30 为中碱化土，30—45 为强碱化土，大于 45 为碱土。随着 $\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_3^-$ 的增加，pH 值代换性钠相应增加，而代换总量有略减的趋势。

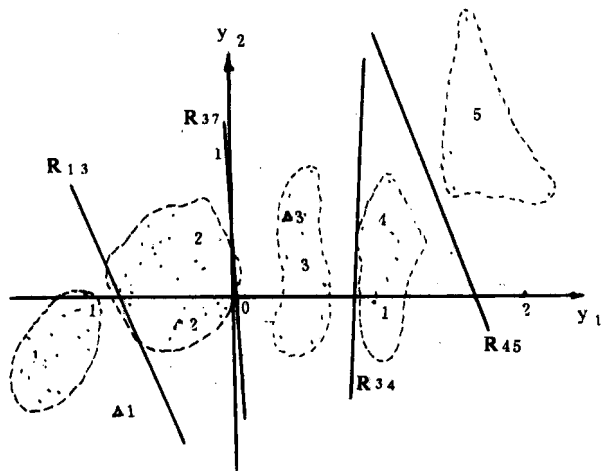


图 2 碱化土平面散点图

表 5 判别分析结果

分 组	1—2	2—3	3—4	4—5
判别方程 Rgp	$R_{12} = 3.44X_1 - 0.291X_2$	$R_{23} = -3.719X_2 + 0.005X_3$	$R_{34} = -0.850X_3 - 0.016X_4$	$R_{45} = -0.255X_4 - 0.044X_5$
类间判别点判别值 Rgpo	$R_{120} = 3.618$ $R_{10} = -1.246$	$R_{230} = 2.473$ $R_{20} = -2.630$	$R_{340} = -0.0092$ $R_{30} = -0.315$	$R_{450} = -0.1801$ $R_{40} = -0.232$
F 值检验 %	193	235	58	36
综合系数 Kgp	$K_{gp1} = 1.1818$	$K_{gp2} = 0.7689$	$K_{gp3} = 1.101$	$K_{gp4} = 2.00$

表 6 土壤性质分类界线指标

各项性质的指标数与 数序 T _i		(4) 0.1900 (5) 0.0198	(3) 0.1913 (4) 0.0720	(2) 0.1914 (6) 0.0134	(1) 0.1926 (3) 0.6310	(6) 0.0624 (1) 0.5755	(5) 0.1714 (2) 0.2562
判别数 %	分级界号及 界线指标	$\text{CO}_3^- + \text{HCO}_3^-$	pH 值	残余碳酸钠 cmolkg^{-1}	钠碱化度 (%) (%)	代换总量 cmolkg^{-1}	代换性钠 cmolkg^{-1}
96.7 3.3	12. xj120	0.945	8.75	0.447	5.09	19.52	1.63
99.9 0.1	23 xj230	1.615	9.00	1.388	15.38	19.48	3.52
101 -1.0	34 xj340	2.730	9.46	2.340	31.03	17.16	5.28
89.5 10.5	45 xj450	3.881	9.73	3.290	44.79	17.04	8.34

第一主成分方程

$$Y_1 = 2.3263X_1 + 0.4116X_2 + 0.3228X_3 + 0.2525X_4 + 0.2475X_5 - 2.8088$$

第二主成分方程

$$Y_2 = -1.1119X_1 - 0.6991X_2 + 0.5263X_3 + 0.055X_4 + 0.0393X_5 - 0.3281$$

绘制散点图，粗略画出 5 个区域范围，附图 3。

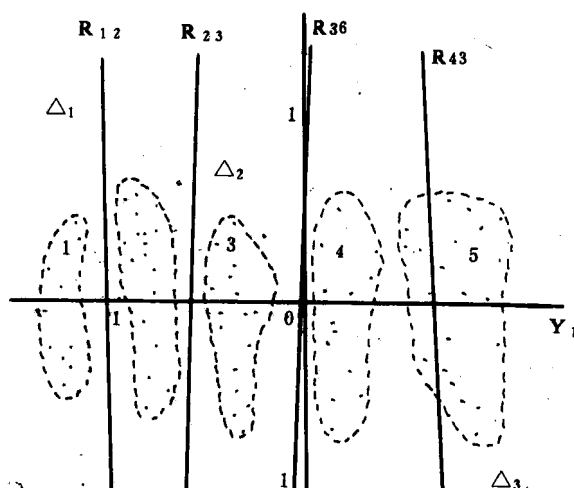


图 3 苏打盐化土散点图

(三) 苏打盐化土壤的判别归类

选取 81 个剖面五项性质数据进行判别归类，用全盐、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ 和残余苏打作为分类的指标、基础资料列入表 7。

1. 主成分分析及其结果

建立主成分方程 y_1 和 y_2 ，对总方差的累积贡献率达到 94.6%。由 y_1 和 y_2 ，作为横坐标和纵坐标。

2. 判别分析及其结果

求出判别方程等，判别分析结果见表 8 和表 9。

表 7 苏打盐渍土剖面数据统计表

剖面号	1 全盐量 (%)	2 CO_3^{2-} cmolkg^{-1}	3 HCO_3^- cmolkg^{-1}	4 $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ cmolkg^{-1}	5 残余 Na_2CO_3 cmolkg^{-1}
1	0.062	0.11	0.40	0.51	-0.09
2	0.061	0.05	0.49	0.54	0.15
⋮					
43	0.222	0.63	1.40	2.12	1.92
62	0.349	0.55	3.40	3.95	3.52
65	0.565	1.86	3.71	5.47	5.08
⋮					
81	0.893	5.13	1.39	6.52	6.31
$\bar{X}$	0.2580	0.862	1.857	2.729	2.287
$S\bar{x}$	0.1885	0.987	1.292	1.926	1.947

$\bar{x}$ 为平均值， $S\bar{x}$ 为标准差

表 8 判别分析结果

分 组	1—2	2—3	3—4	4—5
判别方程 R_{gp}	$R_{12} = -0.564X_1$ $-0.168X_2$	$R_{23} = -0.745X_2$ $-0.052X_3$	$R_{34} = -0.549X_3$ $-0.027X_4$	$R_{45} = -0.995X_4$ $-0.037X_5$
类间判别点判别值 R_{gpo}	$R_{120} = 0.3808$	$R_{230} = 0.0927$	$R_{340} = -0.4666$	$R_{450} = -1.8366$
类组均值的判别值 R_p, R_g	$R_1 = 0.6556$	$R_2 = 0.2568$	$R_3 = -0.3941$	$R_4 = -0.6953$
F 值检验 %	167	191	125	35
综合系数 K_{gp}	1.5378	0.3848	0.6003	0.1021

3. 苏打盐化土壤数值分类结果的讨论

苏打盐化土壤指标界线的划分以指标权 (T_1) 的第 1 权系数为主, 全盐量指标 0.1% (0.094) 以下为非盐化土, 0.1%—0.3% 为轻盐化土, 0.3%—0.5% 为中盐化土, 0.5%—0.7% 为重盐化土, 大于 0.7% 为盐土。由于参与分类的苏打盐土剖面数较少, 使重盐化土与盐土界线小于 0.7%, 在 (0.68%)。其它项指标, 如 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 $CO_3^{2-} + HCO_3^-$ 和残余 Na_2CO_3 随主要指标增加而值增大。从相关阵分析也看出相关性极其显著, 全盐与 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 $CO_3^{2-} + HCO_3^-$ 和残余 Na_2CO_3 的相关系数分别为 0.748, 0.663, 0.825 和 0.811 ($n=81$), 可见选取的指标代表了苏打盐化土和盐土的特性。

表 9 土壤性质分类界线指标

各项性质的指标 权与权序 T_i		(1) 0.2666 (3) 0.2066	(5) 0.1116 (1) 0.4032	(4) 0.1842 (2) 0.3413	(2) 0.2157 (4) 0.0280	(3) 0.1919 (5) 0.0179
判别数 %	分级界号及 界线指标	全盐量 (%)	CO_3^{2-}	HCO_3^-	$CO_3^{2-} +$ HCO_3^-	残余碳酸钠 $cmolkg^{-1}$
88.1 11.9	12 KJ120	0.094	0.212	0.927	1.154	0.667
87.9 12.1	23 KJ230	0.308	0.617	2.194	2.850	2.850
94.3 5.7	34 KJ340	0.3496	1.275	3.044	4.492	3.914
97.5 2.5	45 KJ450	0.688	2.189	3.406	5.509	5.034

四、松嫩平原苏打碱化盐渍土分类结果应用

对表 10 中 9 个未知待测样本进行判别归类, 首先将每个样品分别代入其主成分方程中, 求出 y_1 和 y_2 值, 按散点图中纵横坐标, 确定其在平面中的点位, 均标记 Δ 号, 即可确定其所属级别, 定其名称。所判别的土壤被归类的名称均与被判别土壤主要性质指标界线相符, 证明苏打盐渍土的分类是合理的, 准确的。代表土壤发生和形成多因素性状的复合因素。这是数学分类的突出特点, 代替人们主观不能达到的土壤性状的综合, 和完善人们对分类界线的指标化。这应归功于主成分分析, 将多性状指标集中于二个独立的代表原性状 85% 以上的归纳能力。判别分析解决了主要性状在归属分类中的明确界线, 这均是综合数值分析法的独特优点。

为了明确碱化度对作物的影响, 我们除在田间进行了作物生育与碱化度的关系调查之外,

并把已知碱化度的土壤进行盆栽试验。现将调查与试验结果列入表 11 和表 12。从中可以看出：当全盐量 $<0.1\%$ 时，盐害危害很低，而仅有碱化的危害，其对作物的危害性较小，常随着碱化度增高，有产量下降的趋势，其减产幅度为 4—85%。既有碱化又有盐化的土壤，对糜子的危害性比单纯碱化的土壤为大，随盐碱化程度的增加，而减产幅度加大，一般减产幅度为 48—100%，如苏打白盖碱土则为绝产土壤，这是符合对碱化度的分级标准的。

表 10 苏打盐渍土数值分类的应用表

土壤类型	判别号	全盐量 (%)	CO_3^{2-} cmolkg^{-1}	HCO_3^- cmolkg^{-1}	$\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ cmolkg^{-1}	$\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$ cmolkg^{-1}	$\frac{\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-}{\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}}$	Y_1	Y_2	判别土壤归类名称
盐渍土	$\Delta 1$	0.075	0.05	0.61	0.66	0.43	1.53	-1.20	0.25	非盐渍土
	$\Delta 2$	0.343	0.55	0.40	0.95	0.23	4.19	0.66	1.57	苏打盐化土
	$\Delta 3$	0.332	0.10	1.00	1.10	2.32	0.47	-0.71	-0.82	$\text{Cl}^- - \text{SO}_4^{2-}$ 盐化土
土壤类型	判别号	$\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ cmolkg^{-1}	pH 值	残余 Na_2CO_3 cmolkg^{-1}	碱化度 (%)	代换量 cmolkg^{-1}	代换性 Na cmolkg^{-1}	Y_1	Y_2	判别土壤归类名称
苏打碱化土	$\Delta 1$	0.87	8.43	0.86	2.33	19.50	0.58	-1.27	1.00	非碱化土
	$\Delta 2$	1.71	9.32	1.43	18.44	24.39	4.53	-0.52	0.75	苏打中度碱化土
	$\Delta 3$	5.57	9.86	5.48	61.33	22.69	13.79	1.17	1.16	苏打碱土
土壤类型	判别号	全盐量 (%)	CO_3^{2-} cmolkg^{-1}	HCO_3^- cmolkg^{-1}	$\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ cmolkg^{-1}	残余 Na_2CO_3 cmolkg^{-1}		Y_1	Y_2	判别土壤归类名称
苏打盐化土	$\Delta 1$	0.084	0.04	0.87	0.91	-1.01		-0.89	-0.78	非盐化土苏打
	$\Delta 2$	0.210	0.50	1.80	2.30	2.24		-0.35	-0.81	轻盐化土苏打
	$\Delta 3$	0.311	0.89	2.66	3.55	5.31		0.39	0.54	中碱化土

表 11 苏打盐碱土特性与作物（糜子）产量对比表

调查项目 土壤类型	全盐量 (%)	总碱度 ($\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$) cmolkg^{-1}	代换性 cmolkg^{-1}		碱化度 (%) (ESP)	作物产量	
			总 量	代 Na^+		(公斤/公顷)	减产 %
石灰性草甸土	0.0858	0.6645	14.45	0.93	4.49	1.235	对照
苏打轻盐弱碱化草甸土	0.0284	0.9889	14.03	1.06	7.50	634	-48.7
苏打轻盐中碱化草甸土	0.2427	1.9329	13.18	2.29	17.08	326	-73.6
苏打盐化白盖碱土	0.4333	3.4459	9.56	6.02	62.59	0.000	—

表 12 苏打盐渍土特性及作物(糜子)产量对照表

调查项目 土壤类型	全盐量 (%)	总碱度 $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ cmol kg^{-1}	代换性 cmol kg^{-1}		碱化度 (%) cmol kg^{-1}	产 量	
			总 量	Na		(公斤/ 公顷)	减产%
草甸黑钙土	0.0700	0.0722	25.09	1.02	4.05	934	对照*
苏打弱碱化草甸土	0.0802	0.0879	23.35	1.45	6.49	896	-4.07
苏打中碱化草甸土	0.0836	2.0355	21.80	5.13	23.55	646	-30.8
苏打强碱化草甸土	0.1716	0.3724	21.02	8.91	42.31	136	-85.44

结 语

1. 通过对代表性苏打盐渍土土样分析资料的统计分析,明确了下列标准:(1)土壤含盐量小于0.1%时,为非盐渍化土,全盐量大于0.1%,为苏打轻盐化土。(2)当土壤中全盐量达到0.3%以上时,苏打成分($\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$)与 $\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$ 之比由1:4开始下降为1:1。(3)当苏打与 $\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$ 阴离子之比值大于4时,为纯苏打盐化土及盐土。当苏打与 $\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$ 负离子之比值=1—4时为 SO_4^{2-} 盐化土及盐土。当苏打与 $\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$ 之比值小于0.5时,为 Cl^- 化物盐化土及盐土。

2. 通过对盐化土壤的判别分析,在苏打盐化土或盐土中,其全盐量在0.1—0.3%时为轻盐化土,在0.3—0.5%时为中度盐化土,在0.5—0.7%时为重度盐化土,在全盐量大于0.7%时为盐土。

3. 通过对苏打碱化土壤的判别分析,在苏打碱化土壤之中,当碱化度小于5%时,为非碱化土。5—15%为弱碱化土。15—30%为中度碱化土。30—45%时为强度碱化土。大于45%时为碱土。

以上分析标准,通过未知土壤的验证和生物校核,基本符合土壤盐碱性的实际情况。说明按主成分的综合数值分析统计,进行土壤分类是可行的。

主 要 参 考 文 献

[1] 席承藩. 土壤分类的经验和我国土壤分类问题, 土壤分类及土壤地理论文集, 浙江科学技术出版社, 1979年。

[2] 熊 毅. 中国盐渍土之分类及其概述, 土壤特刊乙种2号, 1938年。

[3] 万洪富. 黄淮海平原土壤碱化度分级的初步研究, 土壤学报, 1983年, 第20卷2期。

[4] 卜兆宏. 土壤分类分级中综合数值分析法的初步研究, 土壤学报, 1982年, 第19卷3期。

试论吉林省北方水稻土的特征与类型

刘成祥 姚 铭 关勤智 刘雅琴 隗晓薇 周桂兰

(吉林省农科院土肥所)

吉林省的种稻时间可以追溯到十九世纪末,当时随着朝鲜族农民迁居延边、集安等地,水稻也开始陆续种植,迄今种稻历史长的已逾百年,一般约 60—70 年。故吉林省延边朝鲜族自治州是我国北方种稻历史较长,水稻土的发育也较有代表性。该州处在温带或寒温带季风气候区,年平均气温 5℃,无霜期 135—155 天,年降雨量 550—650 毫米,大于 10℃活动积温 2,700℃—2,900℃,全年(因种稻)淹水 145—150 天,结冻约 160 天,干燥和不冻时间 40—60 天。因此,水稻土的形成除受干湿交替比较明显的水耕熟化外,还受冻融交替的影响。毫无疑问,这就给水稻土的形成和发育带来了北方的特点。

一、吉林省北方水稻土的特点

吉林省北方水稻土具有两个明显特点:一是在人工渍水干湿交替的条件下,它已大大地改变了原来“母土”特别是心土层以上原来“母土”的性质,获得水稻土所应具备的一些基本特征和特性。二是因其形成年代短,加之除受干湿交替的影响外,还受冻融交替的影响,因而水分类型对它的影响还不如“母土”对它的影响来得深刻,致使在许多方面特别是心土层下仍保留着“母土”的特征。

1. 剖面形态特点

剖面形态是水稻土内部变化因素在外观上的具体反映,也是识别水稻土的重要标志。以草甸土、白浆土和冲积土及其种稻 60 年以上相应发育的水稻土为例,研究一下水稻土的剖面形态与其母土有什么不同(表 1)。

表 1 的三对剖面分别采于延吉市郊区新风村、吉林江北柳树村和延边龙水乡龙源村。从该表中可以明显看到,不论何种土壤发育的水稻土,心土层以上的剖面形态都与“母土”截然不同,其剖面构成的共同点是均为 HA—AP—P—CP—C 层序。HA 层(淹育层,下同)呈暗灰色,有铁锈纹;AP 层(犁底层,下同)属于淹育向渗育过渡的层次,呈片状结构,有铁锈斑纹;P 层(渗育层,下同),呈棕色,核状或块状结构,结构外面包被着发亮的铁锰胶膜;CP 层(渗育性层,下同)属渗育层向母质层过渡的层次,块状结构,有的包被着胶膜或有铁锈斑纹,C 层(母质层,下同),与原发育的“母土”性状基本一致。

2. 铁的蚀变和分布特点

水稻土在淹灌与落干以及施用有机肥的影响下,剖面中的铁经常处于还原活化,氧化淀积,络合移动和脱水晶化的变化之中,故研究铁在土壤剖面中的状态,最能阐明水稻土的发育状况及其与母土的差别(表 2)。

表 1 水稻土与其母土的剖面构型

土壤名称	土层深度 (Cm)	土层代号	形 态 特 征
渗育草甸 型水稻土	0—17	HA	暗灰色, 粒状结构, 铁锈纹
	17—26	AP	棕灰色, 片状结构, 铁锈斑纹
	26—80	P	暗棕色, 粒状和核状结构包被着胶膜
	80—100	CP	棕色, 核块状结构包被着胶膜
	100—120	C	红棕色, 被块状结构包被着胶膜
草甸土	0—17	A	暗灰色, 粒状结构
	17—30	AB	黄灰色, 块状结构
	30—80	B	灰色, 碎块状结构
	80—100	BC	浅灰色, 碎块状结构
	100—120	C	黄白色, 碎块状结构
渗育白蒙 型水稻土	0—17	HA	暗灰色, 粒状结构, 有大量铁锈纹
	17—32	AP	灰色, 片状结构, 解理, 有铁锈斑纹
	32—57	P	浅灰色, 块状结构, 片状解理, 包被胶膜
	57—83	C ₁	白色, 片状结构
	83—95	C ₂	灰棕色, 片状结构包被胶膜
	95—120	C ₃	棕色, 片状结构包被胶膜
白蒙土	0—15	A	暗灰色, 粒状结构
	15—30	AW	浅灰色, 片状结构
	30—55	W	白色, 片状结构
	55—85	B ₁	暗棕色, 片状结构, 包被胶膜
	85—103	B ₂	暗棕杂灰白色, 片状结构包被胶膜
	103—120	C	灰白色, 无结构
渗育冲积 型水稻土	0—16	HA	暗灰色, 粒状结构, 铁锈纹
	16—23	AP	棕灰色, 片状结构, 铁锈斑纹
	23—53	CP	暗灰色, 块状结构, 大量锈纹
	53—73	C ₁	暗灰色, 片状结构, 铁锈斑纹
	73—96	C ₂	黄棕色, 结构不明显
冲积土	0—16	A	暗灰色, 碎块状结构
	16—23	AB	浅灰色, 碎块状结构
	23—36	C ₁	灰色, 碎块状结构
	36—60	C ₂	灰黄色, 无明显结构
	60—90	C ₃	黄棕色, 碎块状结构

土壤中的游离铁系指未被硅酸盐类矿物的晶格所能禁锢部分, 在实验室条件下系指被联二亚硫酸钠溶液还原提取的氧化铁。土壤中的活性铁系指未晶化的氧化铁, 在实验室条件下系指被 pH3 草酸铵提取的氧化铁。游离铁与全铁量之比称为铁的游离度, 也称蚀变度。活性

铁与游离铁之比，称铁的活化度，游离铁减去活性铁再与游离铁之比，称铁的晶化度。

表 2 水稻土及其母土中各种形态铁的含量和分布

土壤名称	土层深度 (cm)	土层代号	pH (H ₂ O)	全 Fe %	游离 Fe %	活性 Fe %	游离度 %	活化度	晶化度
渗育草甸 型水稻土	0—17	HA	6.15	3.63	1.18	0.44	32.5	0.37	0.63
	17—26	AP	7.35	4.10	0.69	0.52	16.8	0.75	0.25
	26—80	P	7.10	4.13	0.73	0.26	17.7	0.36	0.64
	80—100	CP	6.75	3.53	0.61	0.23	17.3	0.38	0.62
	100—120	C	6.75	3.83	0.61	0.19	15.9	0.31	0.69
草甸土	0—17	A	7.30	1.93	0.29	0.10	15.0	0.34	0.65
	17—30	AB	6.35	2.50	0.36	0.13	14.4	0.36	0.64
	30—80	B	7.45	3.09	0.29	0.14	9.4	0.48	0.52
	80—100	BC	7.60	3.15	0.37	0.19	11.7	0.51	0.49
	100—120	C	7.60	3.09	0.29	0.14	9.4	0.48	0.52
渗育白浆型 水稻土	0—17	HA	5.75	2.90	1.00	0.72	34.5	0.72	0.28
	17—32	AP	6.30	3.00	0.95	0.78	31.7	0.82	0.18
	32—57	P	6.50	3.21	1.20	0.55	37.4	0.46	0.54
	57—83	C ₁	6.80	3.39	1.50	0.55	44.2	0.37	0.63
	83—95	C ₂	6.15	3.93	1.10	0.51	28.0	0.46	0.54
	95—120	C ₂	5.95	3.48	1.18	0.53	33.9	0.45	0.55
白浆土	0—15	A	5.20	3.16	1.66	0.55	52.5	0.33	0.67
	15—30	AW	5.85	3.44	1.66	0.41	48.3	0.25	0.75
	30—55	W	6.60	3.05	1.29	0.398	42.3	0.31	0.69
	55—85	B ₁	6.95	3.10	1.59	0.53	51.3	0.33	0.67
	85—103	B ₂	—	2.94	1.61	0.59	54.8	0.37	0.63
	103—120	C	6.05	3.32	1.31	0.39	39.4	0.30	0.70
渗育冲积 型水稻土	0—16	HA	5.70	3.97	1.12	0.67	28.2	0.60	0.40
	16—23	AP	5.95	3.86	1.04	0.88	26.9	0.85	0.15
	23—53	CP	6.60	4.11	1.23	0.75	29.9	0.61	0.39
	53—73	C ₁	6.70	4.25	0.93	0.36	21.9	0.39	0.61
	73—96	C ₂	7.65	2.76	0.91	0.32	33.0	0.35	0.65
冲积土	0—16	A	—	2.54	0.59	0.33	23.2	0.56	0.44
	16—23	AB	7.20	3.03	0.76	0.35	25.1	0.46	0.54
	23—36	C ₁	6.85	2.46	0.65	0.42	26.4	0.65	0.35
	36—60	C ₂	6.71	2.82	0.78	0.23	27.7	0.29	0.71
	60—90	C ₃	7.10	4.14	1.27	0.41	30.7	0.32	0.68

表 2 的分析资料表明，渗育草甸型水稻土与其“母土”草甸土比较，HA 层和 P 层铁的游离度增加一倍左右，AP 层的活化度增加一倍，而晶化度降低一倍，说明 AP 层虽是过渡层次，

但仍基本属淹育层段。AP 层以下的晶化度都有明显的增加,说明铁在渍水还原的条件下,被从禁锢的晶格中释放出来,并向下移动,脱水晶化淀积在 P 层和 P 以下的各层。渗育冲积型水稻土与其“母土”冲积土比较,情况与草甸型水稻土类似,只是渗育层段不如渗育草甸型水稻土发育的明显。表现在只是 AP 层铁的活化度有明显增加,晶化度明显减少,而 CP 层以上各层的游离度只是略有增加。渗育白浆型水稻土与其母土白浆土比较,铁的游离度和晶化度降低,活化度增加,这种与渗育型草甸土相反的状况是与白浆土本身的特性分不开的。因为白浆土是在本身质地粘重出现季节性滞水还原又脱水氧化以及侧渗的条件下形成的,故白浆土本身就含有很高量的游离铁和晶质铁,种稻后经常性渍水更加速了铁的还原活化和侧渗的流失过程。因而白浆型水稻土铁的游离度和晶化度反而比白浆土低。

3. 腐殖质组成的特点

腐殖质的组成,受“母土”影响很大。吉林省北方水稻土由于母土的腐殖质组成,胡敏酸的含量大于富里酸含量,二者比值大于 1,故形成的水稻土胡敏酸与富里酸的比值也都大于 1,且比“母土”还有增高的趋势。白浆型水稻土因其“母土”亚表层以下的腐殖质组成富里酸含量较高,胡敏酸与富里酸的比值往往小于 1,因此,二者比值在心土层下也出现小于 1 的情况(表 3)。

表 3 吉林省北方水稻土的腐殖质组成

土壤名称	土层深度 (cm)	土层代号	腐殖质组成			
			全 C (%)	胡 C (%)	富 C (%)	胡 C/富 C
渗育草甸型水稻土	0—17	HA	2.37	0.800	0.166	4.8
	17—26	AP	2.30	0.692	0.139	4.91
草甸土	0—17	A	2.49	0.570	0.185	3.1
	17—30	AB	1.45	0.870	0.380	2.3
渗育白浆型水稻土	0—17	HA	3.18	0.578	0.117	4.9
	17—32	P	3.06	0.330	0.250	
	32—57	CP	1.08	0.174	0.523	
白浆土	0—15	A	3.59	0.288	0.750	0.4
	15—30	AW	3.45	0.256	0.642	0.4
	30—55	W	2.53	0.197	0.566	0.4
渗育冲积型水稻土	0—16	HA	5.64	0.861	0.804	1.1
	16—23	AP	4.94	0.971	0.240	4.1
	23—53	CP	4.94	0.541	0.280	1.9
冲积土	0—16	A	5.36	1.089	0.163	6.7
	16—23	AB	2.76	0.882	0.136	6.5
	23—36	B	2.18	0.711	0.262	2.7

二、影响吉林省北方水稻土发育的主要因素

在影响水稻土发育的诸因素中,首先是“母土”因素,包括母土的质地和水分状况两个