阿克苏市耕地地力评价与改良利用研究

王雪梅[1,2]，柴仲平[3]，武红旗[3]，龚双凤[3]

（1. 新疆师范大学 地理科学与旅游学院，新疆 乌鲁木齐 830054；2. 新疆维吾尔自治区重点实验室 新疆 乌鲁木齐 830054；3. 新疆农业大学 草业与环境科学学院，新疆 乌鲁木齐 830052）

摘 要：为了掌握阿克苏市耕地地力基本情况和科学指导农业生产，运用 GIS 技术和综合指数法对阿克苏市耕地土壤进行了地力评价与改良利用分区研究。结果表明，阿克苏市 1，2，3 级耕地面积占耕地总面积的 63.81%，绝大部分耕地处于中上等水平，耕地生产潜力总体较高。地力等级相对较低的耕地主要障碍因素是土壤盐渍化，其次是土壤中有机质、全氮、碱解氮、有效锌和有效锰的含量相对较低。利用评价结果对阿克苏市现有耕地进行改良利用分区，并提出相应的改良利用措施，实现了耕地改良利用分区的定量化。

关键词：综合指数法；耕地地力评价；改良利用

文献标识码：A **文章编号**：1000-288X(2013)01-0162-05 **中图分类号**：S158.2，S156.99

Fertility Evaluation and Improvement of Cultivated Land in Aksu City of Xinjiang Wei Autonomous Region

WANG Xue-mei[1,2], CHAI Zhong-ping[3], WU Hong-qi[3], GONG Shuang-feng[3]

(1. *College of Geography and Tourism, Xinjiang Normal University, Urumqi, Xinjiang* 830054, *China*; 2. *Xinjiang Uygur Autonomous Region Key Laboratory, Urumqi, Xinjiang* 830054, *China*; 3. *College of Pratacultural and Environmental Sciences, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang* 830052, *China*)

Abstract: In order to understand the basic fertility condition of cultivated land and scientifically guide agricultural production in Aksu City of Xinjiang Wei Autonomous Region, China, fertility evaluation and improved partition of cultivated land are conducted by applying GIS technology and comprehensive index method. Results showed that the first, second and third levels of arable land account for 63.81% of the total cultivated land area. Most of the arable land is in the middle and upper level with high land productivity potential. The major obstacle factor for the low level of arable land is soil salinization. Low contents of soil organic matter, total nitrogen, available nitrogen, available zinc and effective manganese are also less important obstacle factors. Improved utilization division of arable land in Aksu City is carried out by using this evaluation result and improved utilization measurements are suggested, which helps making utilization division on arable land quantitatively.

Keywords: comprehensive index method; fertility evaluation of arable land; improvement and utilization

耕地是不可再生的自然资源，是人类赖以生存的主要生产资料，是农业持续发展的重要物质基础。耕地数量的多少和质量的高低，直接影响农业产业结构、耕地产出水平及农产品质量[1-3]。为此，加强耕地保护和地力建设及土壤改良，对耕地进行分等定级，加强耕地地力建设和土壤改良利用，不断提高耕地的综合生产能力，对于优质、高产、高效生态农业的发展意义十分重大[4-7]。本研究借助 GIS 技术对阿克苏市耕地资源进行科学评价，摸清耕地基础生产能力，了解耕地土壤的养分现状，分析土壤肥力障碍因素，

收稿日期：2012-03-19 修回日期：2012-04-13

资助项目：国家自然科学基金项目“新疆渭干河流域土地利用/土地覆盖生态风险及预警研究”(41261051)；新疆师范大学博士科研启动基金项目“艾比湖湿地生态安全定量评价与预测研究”(xjnubs1005)；新疆维吾尔自治区重点实验室“新疆干旱区湖泊环境与资源实验室”基金“艾比湖湿地土壤盐碱化及人文驱动因子分析”(XJDX0909-2010-08)；自治区科技计划项目“果园土壤肥力提升与产量品质调控研究”(201130102-2)；土壤学自治区重点学科资助

作者简介：王雪梅(1976—)，女(汉族)，江苏省铜山县人，博士研究生，副教授，研究方向为干旱区资源环境及遥感应用研究。E-mail：wangxm_2006@yahoo.com.cn。

通信作者：柴仲平(1974—)，男(汉族)，甘肃省永昌县人，博士研究生，副教授，研究方向为土壤质量评价与水土保持研究。E-mail：zhongpingchai@yahoo.com.cn。

并对其进行合理的改良利用分区,为阿克苏市耕地养分管理和农业措施制定提供科学依据。

1　研究区概况

阿克苏市位于新疆南部,塔里木盆地西北部,天山南麓山前冲积平原和阿克苏冲积三角洲平原之上。地处东经 79°39′—82°01′,北纬 39°31′—41°27′,东西长约 199 km,南北宽约 213 km,总面积 18 369.90 km^2,其中山地、丘陵 845.01 km^2,占土地总面积的 2.48%;平原区为 9 144.54 km^2,占土地总面积的 47.3%;沙漠 8 380.35 km^2,占土地总面积的 45.62%;水面占土地总面积的 2.48%。阿克苏市地处中纬度欧亚大陆腹地,属暖温带荒漠干旱气候。其特点是:四季分明,春季升温慢,秋季降温快;夏热冬寒,干旱少雨;蒸发量大,光照充足;无霜期较长,昼夜温差大;春夏多大风,沙尘天气时有发生,为典型的大陆性气候。现有耕地面积 77 526.67 hm^2,耕地土壤类型主要有灌淤土类、潮土类、草甸土类、林灌草甸土类、沼泽土类、水稻土类、龟裂土类、棕漠土类、风沙土类和新积土类 10 个土类,其中草甸土的面积最大,占全市总耕地的 35.29%。

2　材料与方法

2.1　资料数据来源

根据调查评价工作需要,收集整理了阿克苏市土壤图(1∶5 万),2010 年阿克苏市土地利用现状图(1∶1 万),行政区划图(1∶1 万)、地貌类型分区图(1∶10 万)、测土配方点位调查图(1∶1 万)、阿克苏市农用地地块图(1∶1 万)等基础图件及阿克苏市自然和经济相关数据(包括地理位置、自然资源、气候、水文等),1999—2010 年新疆统计年鉴等相关统计资料;2010 年阿克苏市统计局,2010 年阿克苏市年鉴的相关统计资料。

2.2　评价样点布设

评价样点的布设直接影响着耕地地力评价的准确与否。基本原则为保证评价样点具有典型性和代表性,同时要兼顾空间分布的均匀性。将阿克苏市土地利用现状图与土壤图叠加后形成评价单元图,以此作为工作底图,根据评价单元个数和图斑面积大小、种植作物、土种、产量水平等因素,确定耕地地力评价样点数量及点位,确保每个评价单元有点,大的单元增加点数,力求点位均匀分布。共选择了 5 022 个分析资料齐全具有代表性的大田采样点作为耕地地力评价的样点,评价点均匀分布于阿克苏市 7 个乡镇,122 个行政村。

2.3　研究方法

研究采用 Photoshop 完成地图的拼接、校正,利用 ArcGIS 9.0,SupMap 2003 和 MapGIS 6.5 等 GIS 件,采用北京 54 坐标系统和高斯—克里格投影完成地图矢量化、图形叠加、属性提取、评价单元赋值空间数据处理工作。采用 Excel 和 Access 作为数据库管理,SPSS 10.0 作为属性数据统计分析工具,应用模糊评价、特尔斐法、层次分析法等,利用多因素综合指数法开展完成阿克苏市耕地地力评价,并在此础上分析耕地土壤肥力障碍因素,为分区改良利用提供依据和对策。

2.4　评价指标及其权重的确定

遵循重要性、易获取性、差异性、稳定性等原则,咨询有关专家,采用特尔斐法选择了有机质、有效磷、速效钾、有效锌、耕层含盐量、质地、有效土层厚度、质地构型、地形部位、灌溉保证率和林地覆盖率(防护林体系)等 11 个要素作为阿克苏市耕地地力评价指标[8-11]。根据层次分析法的原理,把 11 个评价因素按照相互之间的隶属关系排成从高到低的 3 个层次:A 层为目标层,即耕地地力;B 层为准则层,即为相对共性因素;C 层为指标层,即单项因素层。根据层次结构图,请专家组就同一层次对上一层次的相对重要性给出数量化的评估,经统计汇总构成判断矩阵,用矩阵求得各因素的权重(表 1)。

表 1　评价因子组合权重

层次 C	层次 B			组合权重 $W_i=\sum C_iB_i$
	土壤物理性质 B_1	土壤化学性质 B_2	土壤管理 B_3	
	0.256 0	0.489 0	0.255 0	
地形部位	0.234 4	—	—	0.060 0
质地构型	0.199 2	—	—	0.051 0
有效土层厚度	0.312 5	—	—	0.080 0
质地	0.253 9	—	—	0.065 0
有机质	—	0.329 2	—	0.161 0
有效磷	—	0.206 5	—	0.101 0
速效钾	—	0.104 3	—	0.051 0
有效锌	—	0.124 7	—	0.061 0
耕层含盐量	—	0.235 2	—	0.115 0
灌溉条件	—	—	0.725 5	0.185 0
林地覆盖率	—	—	0.274 5	0.070 0

注:B_i 为 B 层中判断矩阵的特征向量,$i=1,2,3$;C_i 为 C 层中判断矩阵的特征向量,$i=1,2,3,\cdots,11$;各评价因素的组合权重 $W_i=\sum C_iB_i$。

2.5　耕地地力综合评分与定级

应用加法模型计算各评价单元耕地地力综合指数(IFI):

$$IFI=\sum F_i\times W_i \quad (i=1,2,\cdots,n)$$

式中：IFI——耕地地力指数；F_i——i 个因素的评价语；W_i——i 个因素的组合权重。

再用样点数与耕地地力综合指数制作累积频率曲线图，根据样点分布频率，结合阿克苏市实际情况分别用耕地地力综合指数将阿克苏市耕地分为 5 个等级。耕地地力综合指数分级标准为：1 级地：≥0.77；2 级地：0.71～0.77；3 级地：0.66～0.71；4 级地：0.61～0.66；5 级地：<0.61。

3 结果与分析

3.1 阿克苏市耕地地力评价

阿克苏市总耕地面积 77 526.67 hm^2，其中 1 级耕地面积 1 517.39 hm^2，占全市耕地面积的 1.96%，2 级耕地面积 21 191.21 hm^2，占全市耕地面积的 27.33%。3 级耕地面积 26 760.06 hm^2，占全市耕地面积的 34.52%，4 级耕地面积 23 651.31 hm^2，占全市耕地面积的 30.51%。5 级耕地面积 4 406.71 hm^2，占全市耕地面积的 5.68%（表 2）。阿克苏市 1,2,3 级耕地面积占到耕地总面积的 63.81%，大部分耕地处于中上等水平，耕地生产潜力总体较高。其中 1,2 级耕地地面平坦，有效土层深厚，质地适宜，质地构型较好，少障碍因素，土壤适耕性和适种性好，作物产量水平高。3 级地的灌溉条件和防护林体系总体弱于 1,2 级地，最主要障碍因素是土壤盐渍化，同时在利用上存在重用轻养，有机质、全氮及碱解氮含量处于相对较低水平，微量元素有效锌和有效锰也处于低水平。4,5 级地最主要障碍因素是灌溉保证率差，肥力水平较低、土壤盐渍化，存在砾质层、漏砂层等障碍层次，生产性能较差，作物产量水平较低。

表 2 阿克苏市不同地力等级面积和比例

乡镇名称	地力等级	1 级地	2 级地	3 级地	4 级地	5 级地	总计
阿克苏全市	面积/hm^2	1 517.39	21 191.21	26 760.06	23 651.31	4 406.71	77 526.67
	比例/%	1.96	27.33	34.52	30.51	5.68	100.00
阿克苏市属	面积/hm^2	0.00	339.11	202.60	1 695.34	0.00	2 237.06
	比例/%	0.00	15.16	9.06	75.78	0.00	100.00
阿依库勒镇	面积/hm^2	19.55	2 112.14	6 998.93	3 451.97	1 317.53	13 900.12
	比例/%	0.14	15.20	50.35	24.83	9.48	100.00
拜什吐格曼乡	面积/hm^2	301.09	3 545.77	3 635.55	3 440.64	1 019.98	11 943.04
	比例/%	2.52	29.69	30.44	28.81	8.54	100.00
喀拉塔勒镇	面积/hm^2	0.00	2 397.45	6 796.53	12 978.31	1 910.39	24 082.68
	比例/%	0.00	9.96	28.22	53.89	7.93	100.00
库木巴什乡	面积/hm^2	569.71	3 676.27	2 182.96	621.93	136.01	7 186.87
	比例/%	7.93	51.15	30.37	8.65	1.89	100.00
良种繁育场	面积/hm^2	14.03	522.78	226.67	10.95	0.00	774.44
	比例/%	1.81	67.50	29.27	1.41	0.00	100.00
托普鲁克乡	面积/hm^2	456.51	4 288.94	2 435.99	900.99	21.89	8 104.33
	比例/%	5.63	52.92	30.06	11.12	0.27	100.00
依干其乡	面积/hm^2	156.49	4 308.73	4 280.83	551.18	0.91	9 298.14
	比例/%	1.68	46.34	46.04	5.93	0.01	100.00

3.2 阿克苏市耕地土壤肥力障碍因素

依据二次土壤普查养分分级标准，对阿克苏市土壤养分数据进行分析研究表明，阿克苏市耕地土壤大量元素和微量元素都有缺乏现象，降低了土壤肥力，对作物生长发育带来影响。

由表 3 可以看出，阿克苏市耕地土壤有机质以“平”为主，“缺”的程度极少，土壤氮素平中有“缺”，土壤磷素以“平”为主，“丰”、“缺”的程度都极少，钾素不“缺”。微量元素有“丰”有“缺”，基本可概括为铜和铁“丰”，锰和锌“缺”。

表 3 阿克苏市耕地土壤缺素面积比 %

养分级别	有机质	碱解氮	速效磷	速效钾	有效铜	有效铁	有效锰	有效锌
丰	0.00	1.48	7.22	41.35	99.88	99.46	3.28	0.00
平	95.83	84.40	88.15	58.65	0.12	0.54	25.42	17.56
缺	4.17	14.12	4.63	0.00	0.00	0.00	71.30	82.44

4　耕地改良利用

为了更加合理利用耕地资源,有必要进行改良利用分区,将土壤组合相同,地貌、水文、地质、气候等自然条件以及土壤利用现状,主要生产问题,灌溉方式和改良利用措施相近的土壤分区划片,进行改良利用规划。阿克苏市耕地土壤类型主要有灌淤土类、潮土类、草甸土类、林灌草甸土类、沼泽土类、水稻土类、龟裂土类、棕漠土类、风沙土类和新积土类 10 个土类,但主要是草甸土、潮土和灌淤土,占耕地总面积的 86.96%。

土壤障碍因子突出,但不复杂,为此以全市为改良利用区,以土壤类型、土壤利用现状、灌溉方式和主要生产问题为依据分为 3 个培肥改良利用区,即东岸大渠灌区耕地培肥改良区、阿音柯灌区耕地培肥改良区和多浪渠灌区耕地培肥改良区(表 4)。

表 4　阿克苏市耕地培肥改良分区

灌区名称	地理位置	引水枢纽	引水干渠	行政范围
东岸大渠	西大桥以南,新大河与老大河之间	西大桥电站尾水渠及艾里西渠首	东岸大渠	托普鲁克乡、库木巴什乡
阿音柯	老大河以西,印干山和胜利渠以南	西大桥电站尾水渠及二级电站前池	沙木沙克渠、阿音柯渠	阿依库勒镇
多浪渠	东邻阿塔公路,西邻新大河,北接温宿,南至多浪渠水库	多浪渠首	多浪渠	阿克苏市区、依干其乡、拜什吐格曼乡、喀拉塔勒镇及市良种繁育场

4.1　东岸大渠灌区耕地培肥改良区

主要分布在托普鲁克乡和库木巴什乡,面积 15 290.93 hm^2,占耕地总面积的 19.72%。耕地土壤类型主要为草甸土和灌淤土。耕地土壤有机质平均含量 13.40 g/kg,碱解氮平均含量 71.00 mg/kg,速效磷平均含量 15.00 mg/kg,速效钾平均含量 118.80 mg/kg,有效锌平均含量为 0.69 mg/kg,有效铜平均含量 2.31 mg/kg,有效铁平均含量为 18.21 mg/kg,有效锰平均含量 5.53 mg/kg。土壤 pH 值平均 8.1,pH 值在 7.5～8.5 的耕地面积占 100%,土壤盐渍化程度相对较轻。

该区位于西大桥以南、新大河与老大河之间,海拔 1 087～1 059 m,地势由东向西倾斜。东岸大渠以东,临新大河,河岸割切较深,地下水排泄通畅,埋深 5.8 m,个别地方达到 10 m;东岸大渠以西夹老大河之间,地下水较高,埋深 1～3 m,但水质为淡水。在干渠与老大河之间有托普鲁克—浑巴什总排干,降低两乡的地下水位。耕地土壤肥力总体水平中等,部分耕地存在缺氮、锌、锰营养元素。因此充分利用本次耕地地力调查评价成果,科学指导化肥的调配,采用科学的配方施肥,重视合理增施氮肥及微肥,不断培肥地力,实现中低产耕地资源的永续利用。同时要加强农田基本建设,完善灌溉配套措施,实现条田标准化。充分利用水源发展喷、滴灌等高新节水技术,节约水资源,预防土壤盐渍化化的发生,同时也有利于改善农作物的产量与品质。

4.2　阿音柯灌区耕地培肥改良区

主要分布在阿依库勒镇,面积 13 830.25 hm^2,占耕地总面积的 17.84%。耕地土壤类型主要为草甸土、潮土和灌淤土。耕地土壤有机质平均含量 14.11 g/kg,碱解氮平均含量 81.00 mg/kg,速效磷平均含量 13.80 mg/kg,速效钾平均含量 123.00 mg/kg,有效锌平均含量 0.73 mg/kg,有效铜平均含量 2.03 mg/kg,有效铁平均含量 16.06 mg/kg,有效锰平均含量 5.30 mg/kg。土壤 pH 值平均 8.1,pH 值在7.5～8.5 的耕地面积占 100%,部分耕地土壤存在盐渍化现象。

该区位于老大河以西,阴干山和胜利渠以南,地势由西北向东南倾斜,局部地形起伏较大,灌区呈阶梯状向南分布。水源有从西大桥电站尾水引水的沙木沙克渠和二级电站前池引水的阿音柯渠,地下水埋深 0.2～0.7 m,个别地段 2～3 m,地下水矿化度一般为 1～5 g/L,个别达 16 g/L。胜利渠居高临下,在 41 km以前,年渗漏水量有 2.00×10^7 m^3,地下水位由原来的 2～1.5 m 上升到 0.2～0.7 m。原为大果园和自然村,现为沼泽或盐碱滩。平行胜利渠开挖了排水渠后水文地质状况有所改善。该区土壤肥力总体水平较低,部分耕地存在严重缺素现象,其中氮、锌、锰营养元素都较为缺乏。因此充分利用本次耕地地力调查评价成果,科学指导化肥的调配,采用科学的配方施肥,重视合理增施氮肥及微肥,不断培肥地力。对土壤条件及灌溉条件较好的耕地,实施高产栽培技术种好棉花和林果。对存在盐渍化的耕地及零星地,应在水利改良盐碱措施基础上,建设人工草场种植为主,种植苜蓿等耐盐碱的饲草饲料,为发展畜牧业提供条件。

4.3 多浪渠灌区耕地培肥改良区

主要分布在阿克苏市属、依干其乡、拜什吐格曼乡、喀拉塔勒镇和良种繁育场，面积 48 335.49 hm^2，占耕地总面积的 62.35 %。耕地土壤类型主要为灌淤土和潮土。耕地土壤有机质平均含量 17.55 g/kg，碱解氮平均含量 68.00 mg/kg，速效磷平均含量 12.60 mg/kg，速效钾平均含量 257.00 mg/kg，有效锌平均含量 1.12 mg/kg，有效铜平均含量 1.21 mg/kg，有效铁平均含量 5.86 mg/kg，有效锰平均含量6.02 mg/kg。土壤 pH 值平均 7.90，其中 pH 值在 6.5～7.5 的耕地面积占 0.91%，pH 值在 7.5～8.5 的耕地面积占 99.09%，耕地土壤存在一定程度的盐渍化。

该区东临阿塔公路，西临新大河，北接温宿，南至多浪河水库。吐格曼乡北部地下水自然排泄条件好，埋深在 3～6 m，以南土质较重，埋深 1～3 m，地下水矿化度靠新大河 1～5 g/L，多浪渠西南 5～10 g/L，东部阿塔公路一带最高为 10～30 g/L，区域内盐渍化分布西轻东重。该区处于河谷及冲积扇地带，光热及水资源条件均较好，土壤肥力总体水平较高，但土壤养分缺素也较为明显，其中氮、锌、铁、锰营养元素都较为缺乏。因此，充分利用本次耕地地力调查评价成果，科学指导化肥的调配，采用科学的配方施肥，重视合理增施氮肥及微肥，不断培肥地力，实现中低产耕地资源的永续利用。同时对盐碱地区应实施水利改良措施，改土治水，培肥地力，大力发展设施农业，建立蔬菜及粮油瓜果生产基地。

5 结 论

开展耕地土壤养分特征与改良利用研究对于摸清区域内耕地状况及其障碍因素，改良土壤，挖掘现有耕地潜力，保障粮食安全，促进区域农业结构调整和农业可持续发展等，具有重要的现实意义。本文通过运用 GIS 技术对阿克苏市耕地土壤进行地力评价，摸清了阿克苏市耕地改良利用的限制因子及其改良利用方向。评价结果表明在阿克苏市现有耕地面积中大部分耕地地力处于中上等水平，耕地生产潜力总体较高。在地力等级相对较低的耕地中主要障碍因素是土壤盐渍化，有机质、全氮及碱解氮含量处于相对较低水平，微量元素有效锌和有效锰也处于低水平，同时在耕地利用上存在重用轻养。利用评价结果对阿克苏市现有耕地进行改良利用分区，实现了耕地改良利用分区的定量化，为阿克苏市耕地资源的改良利用提供了供了基础性信息和科学决策依据。

[参 考 文 献]

[1] 陈印军，王晋臣，肖碧林，等. 我国耕地质量变化态势分析[J]. 中国农业资源与区划，2011，32(2)：1-5.

[2] 王军. 土地质量发展趋势对我国土地整理研究的启示[J]. 地域研究与开发，2006，25(6)：108-111.

[3] 陈百明，宋伟，唐秀美. 中国近年来土地质量变化的概略判断[J]. 中国土地科学，2010，24(5)：4-8.

[4] 宋珍霞，高明，关博谦，等. 重庆市植烟区土壤肥力特征研究[J]. 土壤通报，2005(5)：664-668.

[5] 赵书军，袁家富，毕庆文，等. 恩施州不同气候型旱地土壤肥力变化及肥力因子变异特征[J]. 中国土壤与肥料，2008(2)：15-18.

[6] 姜广辉，赵婷婷，段增强，等. 北京山区耕地质量变化及未来趋势模拟[J]. 农业工程学报，2010，26(10)：304-311.

[7] 左太安，苏维词，宋增伟，等. 针对水土流失的三峡重庆库区土地质量评价[J]. 水土保持通报，2009，29(2)：183-187.

[8] 李文璐，赵庚星，董超. 基于 GIS 的耕地改良利用分区研究：以山东章丘市为例[J]. 地理与地理信息科学，2009，25(6)：60-63.

[9] 王丽敏，于海忠. 青冈县耕地地力评价与土壤改良利用分区[J]. 现代农业科技，2011(8)：268-269.

[10] 冯耀祖，耿庆龙，陈署晃，等. 基于 GIS 的县级耕地地力评价及土壤障碍因素分析[J]. 新疆农业科学，2011，48(12)：2281-2288.

[11] 吴志勇. 新疆生产建设兵团耕地土壤养分现状及演变规律[J]. 新疆农业大学学报，2012，35(1)：1-5.