

玛纳斯河流域近50年植被格局变化

纪中奎, 刘鸿雁

(北京大学环境学院生态学系, 北京 100871)

摘要: 以玛纳斯河流域47个残遗荒漠植被样方数据为基础, 发现研究区植被与土壤理化性状存在着非常明显的分异规律。白梭梭群落、梭梭群落、琵琶柴-梭梭群落、梭梭-柽柳群落、柽柳群落、盐化灌木群落对应土壤的总盐含量、总有机碳含量依次递增, 而土壤中砂含量却依次递减, 这充分说明荒漠植被类型和对应的土壤类型之间有较好的指示关系。基于上述分析, 利用玛纳斯河流域的土壤图复原研究区大规模开垦前植被格局, 并将复原的植被图和基于TM影像解译的研究区现状植被图比较分析, 发现近50年来玛纳斯河流域大约有203700 hm²的荒漠被开垦为农田, 主要分布在灰漠土上。利用荒漠植被和土壤之间较好的指示关系复原玛纳斯河流域未开垦前的原生植被有助于指导干旱区绿洲土地利用。

关键词: 玛纳斯河流域; 植被-土壤指示关系; 植被复原

中图分类号: S812

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2005)04-0132-05

Changes of Vegetation Pattern in Manas River Basin over the Last 50 Years

J I Zhong-kui, L U Hong-yan

(Department of Ecology, College of Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: It is found that there are evident differentiations of vegetation types and physical and chemical properties of soil in the study area based on data collected from 47 quadrats of remnant desert vegetation in Manas River Basin. The total salt and organic carbon contents increase in sequence in soils of communities of *Haloxylon persicum* community, *Haloxylon ammodendron* community, *Reaumuria soongorica*-*Haloxylon ammodendron* community, *Haloxylon ammodendron*-*Tamarix ramossissima* community, *Tamarix ramossissima* community, salt shrubs community and a converse tendency was detected for sand percentages. This indicates that there is a good indicative relationship between the desert vegetation types and soil types. The vegetation of 50 years ago in Manas River Basin derived from the soil map is compared with the current vegetation map interpreted from TM imagery. The result shows that 203700 hm² area of desert has been cultivated to cropland during the past 50 years, mainly on grey desert soil. Vegetation reconstruction based on indicative relationships between desert vegetation will be beneficial to optimal land use in the arid region.

Key words: Manas River Basin; indicative relationship between vegetation and soil; vegetation reconstruction

1 前言

中国干旱区大规模开垦已经严重改变了该地区的荒漠景观, 并由此引发一系列生态危机, 如干旱区尾间湖变干、河流断流、土壤沙化加重、野生生物生境进一步丧失^[1]。本文的研究区玛纳斯河流域, 从上个世纪50年代开始进行大规模的开垦, 大面积的荒漠已经转变为农田, 原生的荒漠植被已遭到严重破坏, 现仅在未开垦地方保留着少量残遗荒漠植被。近年来, 随着西部发展政策的实施, 在加快西部经济发展的同时更注意西部生态环境的保护^[2], 所以复原玛纳斯河流域大规模开垦前的原生植被格局不仅对于理解荒漠化过程、预测未来景观的演变具有非常重要的意义, 而且有助于该

区域土地利用管理。

传统的植被景观复原主要依据历史文献或者照片和影像资料的比较^[3-6], 然而, 系统地获取一定区域不同时期的植被格局资料往往比较困难, 特别是卫星影像出现以前, 而且历史文献资料也很难量化。大规模开垦往往导致景观性质的改变而非斑块动态变化。干旱区的荒漠植被景观格局往往受到土壤和水文条件的控制^[7], 当原生植被大规模地遭到开垦破坏时, 残遗植被斑块对于土壤和水文条件的指示性可以作为植被景观复原的重要依据。本文以残遗荒漠植被和土壤之间的相互指示关系为基础, 根据土壤图和研究区土壤理化特性复原研究区大规模开垦前的原生植被景观, 并结合现代植被类型图分析玛纳斯河流域近50年来的植被格局变化。

* 收稿日期: 2005-04-26

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(编号: 90102016)

作者简介: 纪中奎(1980-), 男, 硕士研究生, 主要从事植被遥感方面的研究; 通讯作者: 刘鸿雁, 北京大学环境学院教授, 从事生态学教学与科研。

2 研究区概况

2.1 自然地理概况

玛纳斯河流域位于北纬 43°20′ ~ 45°35′, 东经 85° ~ 87°; 流域总面积 $3.1 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。玛纳斯河为该流域主要河流, 它发源于北天山中段喀拉乌成山和依连哈比尔尕山, 比依达克山(为新疆第二大冰川连片分布区), 顺山地北坡向北流入干旱的内陆盆地-准噶尔盆地, 最后注入玛纳斯湖(现已干枯)^[8](图1)。研究区为典型的温带大陆性干旱半干旱气候, 冬季寒冷, 夏季炎热, 春秋短暂, 气温变化剧烈, 年平均温 6.5℃, 年降水在 110~190 mm^[12]。在地貌和气候条件控制下, 研究区自然植被以荒漠植被为主, 区域性的荒漠景观可以粗分为三种类型: 以博乐塔绢蒿(*Seriphidium borotalense*)-盐生草(*Halogeton glomeratus*)为主的荒漠, 主要分布于山前带和冲积扇上; 以琵琶柴(*Reaumuria soongorica*)、怪柳群落(*Tamarix ramosissima*)为主的盐化荒漠, 主要分布于冲积平原; 以梭梭(*Haloxyylon persicum*)、白梭梭(*H. ammodendron*)群落为主荒漠, 主要分布于沙丘。

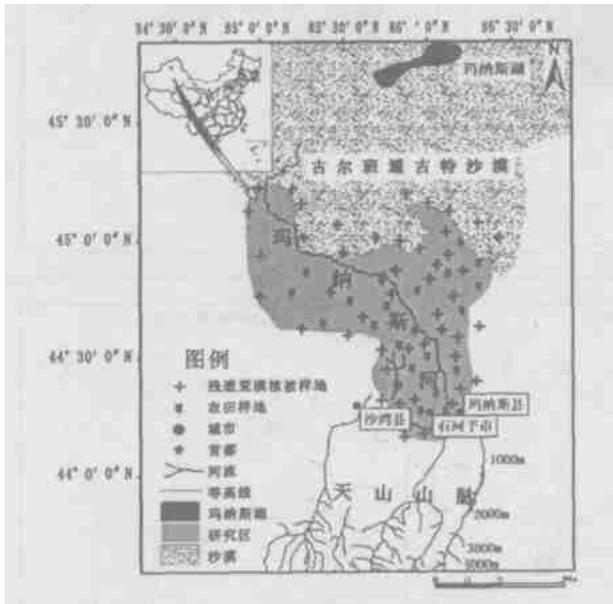


图1 玛纳斯河流域位置及取样点分布图

2.2 土地开垦历史

玛纳斯河流域从上个世纪 50 年代开始进行大规模农垦, 随着灌溉沟渠的不断兴建, 从 1958~1961 年 4 年之间有 120 000 hm^2 土地被开垦, 据文献记载, 到 1991 年时研究区的农业用地面积已达 160 000 hm^2 。研究区水资源状况直接影响到耕地的开垦, 随着经济的发展和土地利用强度的增大, 玛纳斯河流域已经形成了高密度、长距离的灌溉网络。近几十年来, 由于气候变化和灌溉水量大幅度增加直接导致了玛纳斯湖干涸和玛纳斯河下游断流^[9]。

3 研究方法

3.1 野外调查

野外采样采取近似的规则布点, 样点分布于整个玛纳斯河流域, 从玛纳斯河下游到天山山前带, 样点基本上覆盖了不同的植被类型。本次研究共采样 69 个(图1), 其中在残遗荒漠植被中做样方 47 个, 在农田内完成 22 个。样方大小设置为: 灌木和小乔木样方 10 m × 10 m, 草本样方 1 m × 1 m, 记

录内容包括样方内全部植物种种名、盖度、个体数、各物种平均营养枝高度、生殖枝高度, 以及生境状况(包括土壤物理性质、坡度、坡向等), 并采集了表土(距地面 15 cm 深度土壤)与底土(距地面 45 cm 深度土壤)土壤样品。

3.2 实验室分析

对野外采集的土壤样品首先使用烘干法获得土壤含水量, 将样品充分混合, 运用对角线法进行重取样, 对重取样土壤样品进行粒度分析、总有机碳(TOC)分析、总盐分析与离子组成和含量分析(K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-})。粒度分析采用英国产 Mastersize 2000 激光粒度仪。总有机碳采用 5000A 总有机碳分析仪。总盐和离子组成分析利用土壤浸出液, 根据不同离子的特性采用不同的方法进行分析^[10]。

3.3 遥感影像解译和地图数字化

利用 2000 年 8 月研究区的 TM 遥感影像进行植被类型解译, 解译的类型包括梭梭荒漠、白梭梭群落、盐化灌木群落、琵琶柴群落、怪柳群落、芦苇群落、博乐塔绢蒿-盐生草群落和耕作植被, 解译标志见表 1。

表1 遥感影像解译标志

解译类型	B4B3(RGB)合成中 地物颜色特征	形状及纹理特征	分布位置
梭梭群落	较深的绿色到暗绿色	细颗粒并有细条纹	古尔班通古特沙漠内
白梭梭群落	偏黄的棕绿色到浅棕黄色	细颗粒	平缓的沙丘上
盐生灌木群落	浅红色到白色	很平滑	多在盐碱地旁边
琵琶柴群落	略红的灰绿色到灰绿色	较平滑	多在退化的耕地附近
怪柳群落	暗粉红色到灰红色	成带状分布	多在河道旁边
芦苇群落	深红色	成条带状分布	多在水库和泉眼旁边
博乐塔绢蒿-盐生草群落	浅土黄色到棕绿色	无	山前平原
耕作植被	鲜红到亮红以及棕红色	规则的四边形	冲积扇和冲积平原上

把研究区土壤图(图2)、水系图^[9]分别数字化, 便于根据干旱区土壤-植被对应的指示关系复原玛纳斯河流域 50 年前的原生植被。

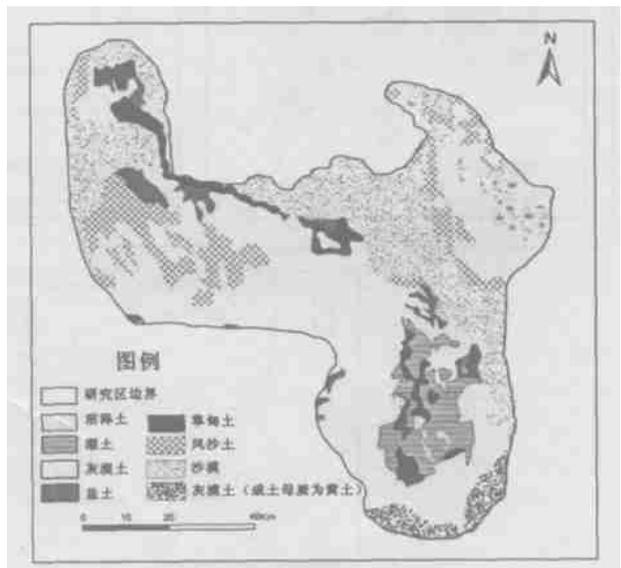


图2 研究区土壤分布图

4 研究结果

4.1 现代农田分布和土壤类型

根据现代 TM 卫星影像解译的研究区植被类型图(图3), 可以非常清楚地看到耕作植被主要分布于冲积扇和冲积

平原。尽管原生植被已经遭到很大破坏,但是利用现代样方的土壤资料和数字化的土壤图进行对比分析,发现50年来土壤类型基本上没有改变。研究区内72.9%的耕作植被对应的土壤为灰漠土,10.33%的耕作植被分布在潮土上,5.74%的耕作植被分布于沼泽土,4.22%的耕作植被分布于草甸土,仅有很小一部分耕作植被分布于其他土壤上,如风沙土和盐土等,所以超过3/4的农田都是由荒漠开垦而成,只有很少的农田是在沼泽和低地草甸土上开垦,可见荒漠开垦的强度非常剧烈。

4.2 残遗植物群落分布的土壤分异

研究区植物的种类组成和群落结构都十分简单。对所有样地进行统计,共有101种植物,其中42种植物在样地中出现频率较高。研究区主要分布着以梭梭、白梭梭、琵琶柴为建

群种的小乔木、灌木荒漠植被。利用TW N SPAN 分析野外样方植物组成和环境状况后划分出6种主要植物群落。

博乐塔绢蒿-盐生草群落 (*Seriphidium borotalense-Halogelton glomeratus* community) (S. b. - H. g.): 这类群落以博乐塔绢蒿、盐生草为建群种,多分布在山前带和黄土质的河流阶地上。

琵琶柴群落 (*Reaumuria soongorica* community) (R. s.): 该群落多分布范围很广,灌木层以琵琶柴为优势种,草本层以肉叶雾冰藜为代表。当灌木层消失后,沙生植被发育较好。

梭梭群落 (*Haloxylon ammodendron* community) (H. a.): 梭梭群落通常分布在沙丘丘间,灌木层以梭梭为优势种,草本层多见三芒草。当灌木层消失后,沙生植被如三芒草会有出现。

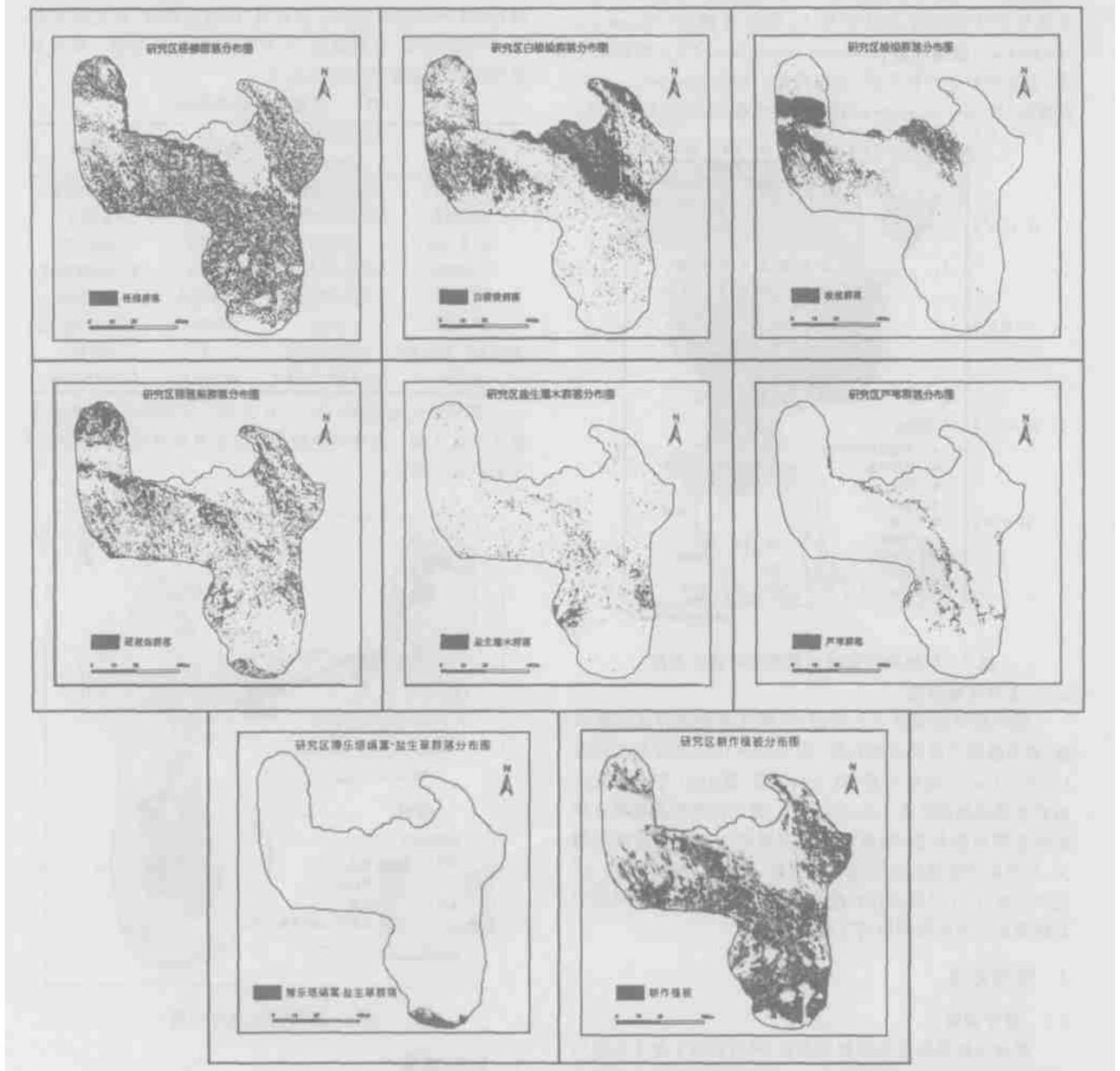


图3 玛纳斯河流域现代主要植被类型分布图

梭梭-柽柳群落 (*Haloxylon ammodendron-Tamarix osissina* community) (H. a. -T. r.): 该群落多分布在沙丘

洼地上,该群落主要以梭梭、柽柳为优势种。

柽柳群落(*Tamarix ramosissima* community) (T. r.): 柽柳群落多沿河道和沟渠分布, 灌木层以柽柳为优势种, 在灌木层下分布着苦豆子、芨芨草、黑果枸杞等。

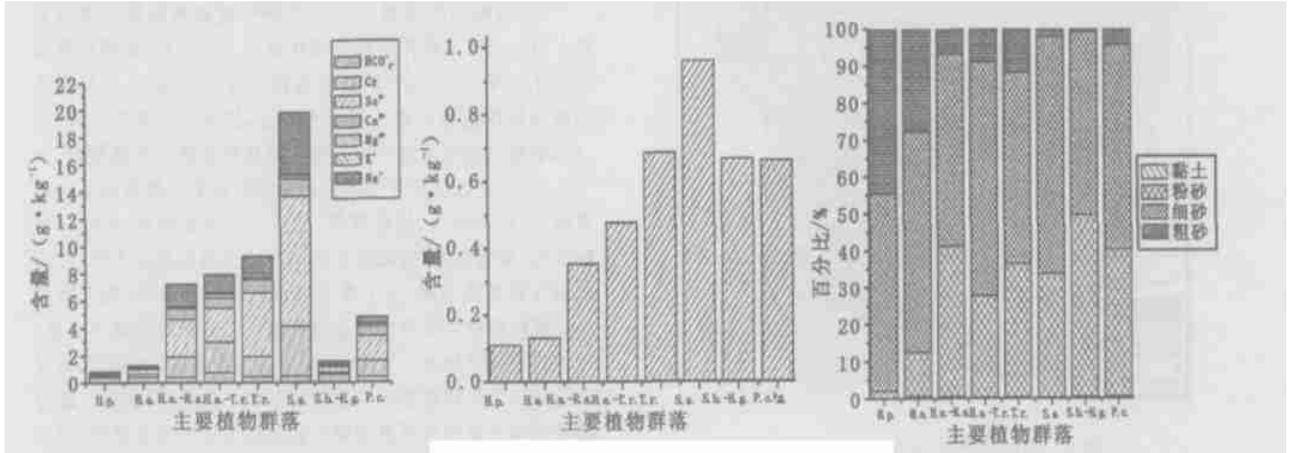
盐生灌木(盐爪爪、盐穗木)群落(*Salt shrubs (Kalidium foliatum; Halogeton caspica)* community) (S. s.): 该群落多分布在冲积扇和冲积平原过渡带, 以及冲积平原低地上。盐爪爪和盐穗木是该群落的优势种。

白梭梭群落(*Haloxyylon persicum* community) (H. p.):

主要分布在沙丘上, 种类组成单一, 以白梭梭占优势。

芦苇群落(*Phragmites communis* community) (P. c.): 主要分布在山前潜水溢出带。

研究区植被与土壤理化性状存在着非常明显的分异规律(图4), 白梭梭群落、梭梭群落、琵琶柴-梭梭群落、梭梭-柽柳群落、柽柳群落、盐生灌木群落对应土壤的总盐含量、总有机碳含量依次递增, 而土壤中砂含量却依次递减, 这充分说明荒漠植被类型和对应的土壤类型之间有良好的指示关系^[11]。



(a) 植物群落土壤盐类含量; (b) 植物群落总有机碳含量; (c) 植物群落土壤组成成分分析

图4 残遗荒漠植被的土壤性状

由于芨芨草群落在研究区内分布的面积极小, 在植被和土壤性状的分析中没有涉及。

4.3 开垦前植被格局和现在植被格局对比

为了分析研究区近50年以来荒漠植被格局的变化以及变化的内在机制, 需要复原研究区开垦前的原生植被。在参考历史文献资料和图片资料的基础上, 结合土壤对荒漠植被的指示关系, 根据研究区的土壤类型图 and 不同土壤类型的理化特征^[9]来复原研究区未开垦前的原生植被(图5)。利用上述分析方法, 可以认为: 在未开垦以前, 冲积平原上灰漠土农田的原生植被可能是琵琶柴群落和梭梭群落; 山前带灰漠土(成土母质为黄土)的原生植被为博乐塔绢蒿-盐生草群落; 潮土农田的原生植被可能是琵琶柴群落、芨芨草群落和芦苇群落, 依据地形部位确定其具体的群落类型; 草甸土农田的原生植被可能为芨芨草群落; 风沙土农田原生植被是梭梭群落; 沼泽土农田原生植被是芦苇沼泽; 盐土农田的原生植被是盐生灌木群落; 绿洲边缘沙漠的原生植被为梭梭群落和白梭梭群落。利用研究区的地名可以验证古植被复原情况^[5], 从地方志中选择了500个村庄的名称, 发现有一半以上村庄名称可以反映研究区大规模开垦前的原生植被类型, 并且村庄名称反映的原生植被类型和复原的植被图非常吻合^[12]。

对比现在的植被类型图, 发现50年来开垦农田的面积已经高达20 37万 hm^2 , 而且大部分都是在灰漠土上开垦。

5 讨论

5.1 在干旱区利用土壤-植被关系复原植被的可行性

在荒漠地区, 气候变化具有相对一致性, 土壤的差异很大程度上导致了荒漠植被景观具有较大的异质性。由于大规模的开垦, 荒漠地区植被景观格局发生了很大变化, 尽管原生植被遭到破坏, 但是土壤状况相对于开垦前几乎没有发生改变, 可以利用未开垦地方保存下来的残遗植被, 分析土壤

和植被之间的指示关系, 并利用这种关系复原开垦前的原生植被。我们认为利用“植被-土壤”相互指示关系复原玛纳斯河流域开垦前的原生植被格局是比较可信的。首先, 土壤类型和格局在近50年以来变化较小, 在研究区, 广泛分布的是灰漠土, 这说明在开垦前研究区植被主要是荒漠植被, 其他的沼泽土和草甸土也能反映原生植被, 潮土作为一种人工土壤, 是由沼泽土、草甸土以及灰漠土发育而成的; 其次, 研究区土壤类型的边界比较明确, 成土母质由黄土、风成土和冲积物质组成; 最后, 研究区的植物种类组成和群落结构都十分简单, 根据优势种可以很好地确定其植被类型。



图5 玛纳斯河流域复原植被图

但是, 要准确地复原一个区域的植被不仅要考虑这个区域的土壤, 还要考虑气候、地形等因素, 在利用“植被-土壤”

关系复原植被时,要利用更多的样方数据,要从“植被-土壤”内在机理上去寻求对应关系,这样复原的植被可信度会更高。

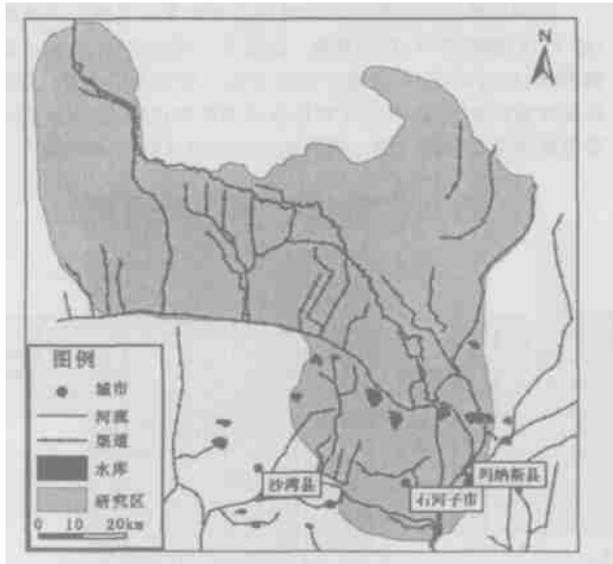


图6 玛纳斯河流域现代沟渠分布图

5.2 植被格局变化原因

玛纳斯河流域绿洲属于典型的干扰性绿洲,其演变过程主要有天然绿洲-人工绿洲;荒漠-人工绿洲;人工绿洲-荒漠;天然绿洲-荒漠四种模式^[13]。通过分析玛纳斯河流域绿洲近50年来土地利用和土地覆盖变化,认为以下因素影响绿洲的稳定性。水资源:绿洲具有随水源的时空变化而演变的规律,玛纳斯河流域绿洲演变也不例外。玛纳斯河冰雪融水增加,绿洲降雨量增加,这些因素势必影响开垦强度。

重大工程:从上个世纪50年代到现在,玛纳斯河流域绿洲

参考文献

- [1] 中国科学院新疆综合考察队,中国科学院植物研究所. 新疆植被及其利用[M]. 北京: 科学出版社, 1978: 4-29.
- [2] 张新时. 天山北部山地-绿洲-过渡带-荒漠系统的生态建设与可持续农业范式[J]. 植物学报, 2001, 43(12): 1294-1299.
- [3] Borggaard S O. Reconstruction of agriculture landscapes based on historical sources: an example from Central Sweden [J]. Svensk Botanisk Tidskrift, 1994, 88(6): 341-352.
- [4] Partel M, Mandla, Zobe M. Landscape history of a calcareous (alvar) grassland in Hani, western Estonia, during last three hundred years [J]. Landscape Ecology, 1999, 14(2): 187-196.
- [5] Sousa A, Garcia-Murillo P. Can place names be used as indicators of landscape changes? Application to the Doñana Natural Park (Spain) [J]. Landscape Ecology, 2001, 16(5): 391-406.
- [6] 卢玲, 李新, 程国栋, 等. 黑河流域景观结构分析[J]. 生态学报, 2002, 21(8): 1217-1226.
- [7] Del Barrio G, Aivera B, Puigdefabregas J, et al. Response of high mountain landscape to topographic variables L: Central Pyrenees [J]. Landscape Ecology, 1997, 12(2): 95-115.
- [8] 张军民. 新疆玛纳斯河流域水资源分布规律及其生态意义[J]. 石河子大学学报(自然科学版), 2001, 5(4): 305-308.
- [9] 农八师石河子市地方志编纂委员会. 农八师垦区石河子市志[M]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 1994: 73-77, 69-71, 92-115.
- [10] 于天仁, 王振权. 土壤分析化学[M]. 北京: 科学出版社, 1988.
- [11] 徐丽宏, 刘鸿雁, 楚新正, 等. 天山北麓典型地段植被对景观格局和动态的指示意义[J]. 生态学报, 2004, 24(9): 1966-1973.
- [12] 《玛纳斯县土地志》编纂委员会. 玛纳斯县土地志[M]. 北京: 中华书局, 2001: 2-3, 444-448.
- [13] 李志忠, 韩洪凌. 天山北麓的水资源利用与绿洲稳定性[J]. 干旱区资源与环境, 2004, 8(18): 139-142.

已经形成了一套灌溉网,包括水库的修建,沟渠长度和数量的增加(图6),这些都促进了绿洲农业的发展,但同时也造成绿洲部分区域土壤盐渍化,沙化强度增大。所以在发展玛纳斯河流域经济的同时,更要注意生态环境建设,特别是对绿洲内原生植被的复原有助于减缓土地沙化。

6 结论

通过本研究,可以得出以下初步结论

(1) 玛纳斯河流域72.9%的耕作植被对应的土壤为灰漠土,10.33%的耕作植被分布在潮土上,5.74%的耕作植被分布于沼泽土,4.22%的耕作植被分布于草甸土,仅有很小一部分耕作植被分布于其他土壤上,如风沙土和盐土等,所以玛纳斯河流域超过3/4的农田都是在荒漠上开垦而成。

(2) 研究区植被与土壤理化性状存在着非常明显的分异规律,白梭梭群落、梭梭群落、琵琶柴-梭梭群落、梭梭-柽柳群落、柽柳群落、盐化灌木群落对应土壤的总盐含量、总有机碳含量依次递增,而土壤中砂含量却依次递减,这充分说明荒漠植被类型和对应的土壤类型之间有良好的指示关系。

(3) 利用“植被-土壤”相互指示关系复原玛纳斯河流域开垦前的原生植被格局是比较可信的。首先,研究区广泛分布的灰漠土说明在开垦前研究区植被主要是荒漠植被,其他的沼泽土和草甸土也能反映原生植被,人工土壤潮土面积较小;其次,研究区土壤类型的边界比较明确,成土母质由黄土、风成土和冲积物质组成;最后,研究区的植物种类组成和群落结构都十分简单,根据优势种可以很好地确定其植被类型。

(4) 将复原的植被图和现在的植被类型图比较分析,发现50年来开垦农田的面积已经高达20.37万 hm^2 ,而且大部分都是在灰漠土上开垦。