

Study on Remote Sensing Identification and Macro-Spatial Differentiation of Black Soil Cultivated Land in Songnen Plain of Heilongjiang Province

Yancheng Zhang, Hongxian Yu*

Northeast Forestry University, Harbin Heilongjiang
Email: chaifangying@126.com

Received: Mar. 4th, 2020; accepted: Mar. 17th, 2020; published: Mar. 24th, 2020

Abstract

Using remote sensing and geographic information technology, the black soil cultivated land distribution in the Songnen Plain of Heilongjiang Province was investigated and researched, and the spatial distribution characteristics of black soil cultivated land at the administrative unit, elevation zone, slope classification, and soil type topics were fully explained, reflecting the changes in the distribution of the above indicators at different threshold levels have obtained the current information on the distribution of cultivated land in black soil and provide technical support for guiding the protection of cultivated land and the prevention and control of soil and water loss.

Keywords

Black Soil Arable Land, Remote Sensing, DEM, Soil

黑龙江省松嫩平原黑土耕地遥感辨识与空间分异特征研究

张延成, 于洪贤*

东北林业大学, 黑龙江 哈尔滨
Email: chaifangying@126.com

收稿日期: 2020年3月4日; 录用日期: 2020年3月17日; 发布日期: 2020年3月24日

*通讯作者。

摘要

采用遥感与地理信息技术, 对黑龙江省松嫩平原黑土耕地分布进行了调查研究, 全面阐释了黑土耕地在行政单元、高程分带、坡度分级、土壤类型等层面的空间分布特征, 说明了耕地在上述指标不同阈值水平上的分布变化, 取得了黑土耕地分布的现势性信息, 为指导耕地保护与水土流失防治提供技术支撑。

关键词

黑土耕地, 遥感, DEM, 土壤

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 研究区域概况

松嫩平原位于大、小兴安岭与长白山脉及松辽分水岭之间的松辽盆地的中部区域, 主要由松花江和嫩江冲积而成。研究区地处松嫩平原黑龙江省黑土带, 总面积 15.8 万 km², 其中耕地 8.81 万 km²。包括哈尔滨、大庆、绥化、黑河(局部) 4 个地级行政区、33 个市县。本区地带性土壤以黑土、黑钙土、草甸土为主, 宜耕性强, 自然禀赋优越, 素有“北大仓”的美誉。然而, 一段时期以来, 由于过度垦殖、粗放耕作、养育失调以及国土开发和经济建设的影响, 松嫩平原黑土耕地水土流失逐年加剧, 黑土层变薄, 土质劣化, 耕地质量逐年下降, 正在动摇该区作为粮食生产基地的农业基础。

2. 研究基础及项目背景

围绕松嫩平原黑土耕地保育, 众多学者耕耘不辍, 开展了大量相关研究。近年来, 遥感与地理信息技术的引入更极大提升了黑土耕地调查、评价领域的创新性成果[1]; 比较突出的有: 采用 GIS 手段综合分析松嫩平原耕地质量等别的空间分异特征[2]; 结合土地整理专项, 对黑龙江省 2000~2013 年耕地整治率及新增耕地时空格局开展调查研究[3]; 通过各期土地利用 GIS 动态数据分析, 对 1985~2000 年间松嫩平原土地利用格局开展研究[4]; 基于典型区域剖析, 阐释耕地变化、景观分布特征及其与人类活动的关系[5]。本文在借鉴前人的基础上, 从耕地水土流失防治角度切入, 以全国水土流失动态监测项目为支撑, 采取遥感与信息化手段, 借助大地域、多尺度、高时空分辨率遥感数据及其判别技术, 提取耕地信息并与坡度分级、高程分带、土壤分布等水土保持相关指标叠加融合, 阐明黑土耕地现状和空间分异格局, 查清黑龙江省松嫩平原黑土耕地分布本底, 为黑土地保护及水土流失防治提供技术支撑。

3. 基础遥感数据源

3.1. 高分卫星遥感影像

采用中科院遥感所发布的高分卫星数据, 空间分辨率为 2.5 m, 影像地理坐标系为 CGCS2000, 投影为 ALBERS。影像产品时相为 2017 年 5 月下旬~6 月中旬或 8 月下旬~9 月中旬。

3.2. 土地利用空间数据

采用国土资源部第二次、第三次土地利用调查数据和年度变更矢量数据, 经人机交互解译修正后,

与国家测绘局组织开展的地理国情普查数据对照[6], 生成松嫩平原土地利用矢量图层, 坐标投影系统参数与卫星遥感数据的一致。

3.3. 地面数字高程(DEM)

采用 1:5 万比例尺、30 m 分辨率 DEM。应用 ARCGIS 栅格处理, 生成研究区域坡度分级矢量图[7]。

3.4. 土壤分布数据

采用中科院东北黑土地理数据平台发布的 1:50 万土壤类型数字图。

4. 技术实现过程

将 DEM 衍生的坡度分级图与松嫩平原土地利用、行政区划、土壤类型数字图层均以 CGCS2000 坐标系统和 Albers 投影方式调入 ArcGIS 平台, 采用空间分析模块对多源数据融合叠加处理后, 生成要素矢量图层[7]。该图层包涵土地利用(坡耕地单元)、坡度、高程分带、行政区划、土壤类型等多专题要素, 通过 GeoDateBase 数据库实现属性空间信息一体化检索、定位与统计分析。

5. 结果分析

5.1. 各行政单元耕地分布

县(市)行政区是国土开发的基础单元, 也是水土资源配置和水土流失防治基本对象。按耕地垦殖指数划分, 其中属高度耕垦的市县(耕地占县域面积比>80%)有齐齐哈尔市的拜泉县、克东县、克山县 3 个县, 上述县(市)集中分布于松嫩平原中部腹地、漫川漫岗黑土核心区; 属中度耕垦的市县(耕地占县域面积比 50%~80%)有哈尔滨市辖区、宾县、巴彦县、甘南县、龙江县、讷河市、依安县、肇州县、林甸县、绥化市、青冈县、望奎县、海伦市、兰西县、明水县、肇东市、北安市、嫩江县、五大连池市 19 个县(市), 上述县市主要分布于松嫩平原西北部向东南部延伸的松花江嫩江一级阶地区域; 属低度耕垦的市县(耕地占县域面积比<50%)有木兰县、五常市、齐齐哈尔市、富裕县、泰来县、大庆市、肇源县、杜蒙县、庆安县、绥棱县、安达市 11 个县(市), 上述县市主要分布于松嫩平原西部嫩江与松花江交汇区及东南边缘向小兴安岭过渡地带(如图 1、图 2)。

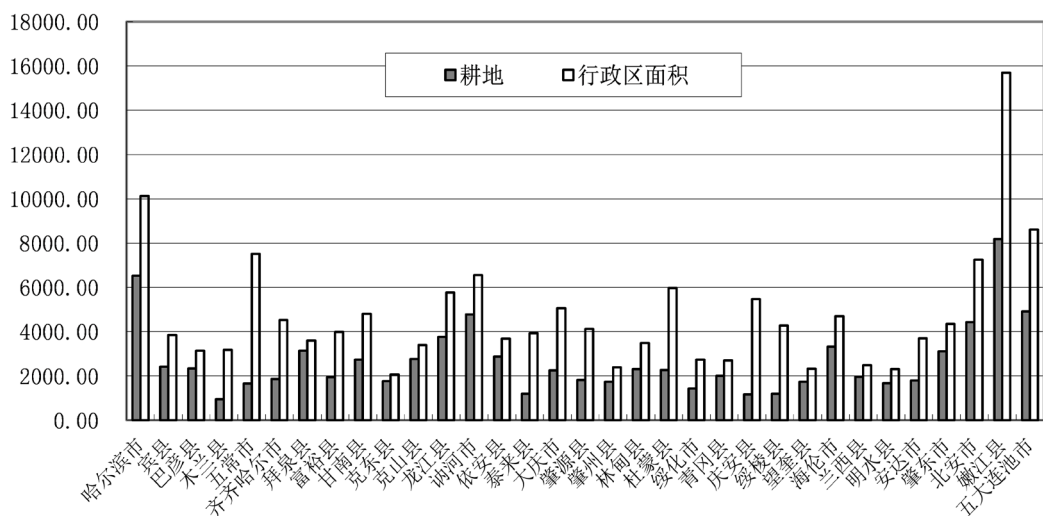


Figure 1. Statistics of the area of black soil arable land in the Songnen Plain of Heilongjiang Province (unit: km²)
图 1. 黑龙江省松嫩平原黑土耕地县市面积统计图(单位: km²)



Figure 2. Distribution of black soil farmland counties and cities in the Songnen Plain, Heilongjiang Province
图 2. 黑龙江省松嫩平原黑土耕地县市单元分布图

5.2. 各坡度级别耕地分布

坡度是影响耕地质量和生产力水平的基本要素,也是耕地利用的制约性因素。以黑土耕地空间数据集为对象,采用 SQL 界面对地形坡度分级与耕地分布信息、行政区划做组合统计[8],结果显示:本区域 <0.25°、0.25°~1.5°、1.5°~3°、3°~5°、5°~8°、8°~15°、>15° 的耕地面积分别为 61042.86 km²、20622.83 km²、3862.02 km²、1581.44 km²、692.21 km²、240.13 km²、9.08 km², 分别占耕地总面积的 69.33%、23.42%、4.39%、1.80%、0.79%、0.27%、0.01% (表 1、图 3)。

依据《东北黑土区水土流失防治技术标准》(SL446-2009),松嫩平原属东北黑土区,耕地水土流失临界坡度为 0.25 度。经统计,松嫩平原>0.25°坡耕地面积为 27,007.70 km²,占耕地总面积的 30.67%。

Table 1. Slope classification of black soil cultivated land in Songnen Plain, Heilongjiang Province
表 1. 龙江省松嫩平原黑土耕地坡度分级统计表

行政区	耕地坡度分级(km ²)							耕地面积(km ²)	
	<0.25°	0.25°~1.5°	1.5°~3°	3°~5°	5°~8°	8°~15°	>15°	合计	其中坡耕地
总计	61,042.86	20,622.83	3862.02	1581.44	692.21	240.13	9.08	88,050.56	27,007.70
占耕地比例(%)	69.33%	23.42%	4.39%	1.80%	0.79%	0.27%	0.01%	100%	30.67%
哈尔滨市	9916.49	3102.53	384.05	189.64	170.23	120.3	7.26	13,890.51	3974.01
齐齐哈尔市	18,169.37	6764.63	1330.42	421.59	134.25	35.04	0.99	26,856.27	8686.91
大庆市	9389.46	966.35	17.47	3.2	0.16			10,376.65	987.18
绥化市	13,299.75	5752.8	271.52	47.36	16.46	4.4	0.02	19,392.3	6092.53
黑河市[局部]	10,267.77	4036.51	1858.56	919.63	371.13	80.39	0.82	17,534.83	7267.05

*黑河市局部含北安市、嫩江县、五大连池市三个市县。



Figure 3. Slope classification of Songnen Plain in Heilongjiang Province
图 3. 黑龙江省松嫩平原坡度分级图

5.3. 各高程分带耕地分布

松嫩平原在宏观地貌上依次从低平原、平原向漫岗丘陵逐级抬升, 呈现典型的高程分带特征。通过耕地分布与高程分带叠加分析[9], 结果显示: 本区域 100~150 m 高程带(低平原)、150~200 m 高程带(平原)、200~250 m 高程带(低起伏台地)、250~300 m 高程带(高起伏台地)、300~350 m 高程带(低丘陵)耕地面积分别为 20,413.90 km²、28,085.51 km²、16,097.24 km²、12,405.49 km²、11048.41 km², 分别占区域耕地总面积的 23.2%、31.9%、18.3%、14.1%、12.5%; 可见, 松嫩平原耕地主要分布于 100~200 m 高程带的广阔平原区, 占耕地总面积的 55.1%, 随着高程由平原向大小兴安岭山地逐级升高, 耕地面积逐步减少, 但由于地表比降增大, 坡耕地所占比重逐步增加, 经统计, 台地和丘陵区坡耕地面积达到耕地总面积 67.3% (表 2)。

Table 2. Statistics of cultivated land distribution in the elevation zone of the Songnen Plain
表 2. 松嫩平原高程分带耕地分布统计表

高程分带	耕地指标		其中: 坡耕地指标	
	耕地面积(km ²)	占区域面积(km ²)	坡耕地面积(km ²)	占耕地面积(%)
100~150 m	20,413.90	23.2%	1870.32	6.9%
150~200 m	28,085.51	31.9%	6982.74	25.9%
200~250 m	16,097.24	18.3%	6906.77	25.6%
250~300 m	12,405.49	14.1%	5390.12	20.0%
300~350 m	11,048.41	12.5%	5857.76	21.7%
合计	88,050.56	100.0%	27,007.70	100.0%

5.4. 各土壤类型耕地分布现状

土壤是耕地资源的重要载体, 土壤理化性状是决定耕地质量的先决条件, 土壤抗冲抗蚀性能更对水土流失发育具有不容忽视的影响。松嫩平原地带性土壤主要有黑土、黑钙土、暗棕壤、草甸土、沼泽土、风沙土等, 其成土母质与地形地貌、地质构造、原生植被类型具有显著相关性[10], 其中地形地貌是主导因子, 因此土壤类型分析选择地貌高程带作为辅助指标。

分析结果显示: 松嫩平原主要耕作土壤依次为: 草甸土, 土壤面积为 27,711.43 km², 占区域面积的 31.5%, 广泛分布于松嫩平原中部冲积平原区及北部丘陵台地的河谷平地区; 黑土, 土壤面积 27,127.773 km², 占区域面积的 30.8%, 主要分布于松嫩平原中部、嫩江 - 克山 - 拜泉 - 海伦 - 宾县一带漫川漫岗典型黑土带; 黑钙土, 土壤面积为 16,924.60 km², 占区域面积的 19.2%, 主要分布于依安 - 明水 - 青岗 - 兰西一带、松嫩平原核心区向台地区过渡区域, 与草甸土呈相间分布; 暗棕壤, 土壤面积 7996.78 km², 占区域面积的 9.1%, 主要分布于松嫩平原北缘与大兴安岭接壤的嫩江北部、东缘与小兴安岭接壤的庆安、木兰东部及南缘与完达山脉接壤的五常南部; 沼泽土, 土壤面积 3487.96 km², 占区域面积的 4.0%, 主要分布于齐齐哈尔周边湿地、肇源县南部松花江沿线, 呈岛状分布; 风沙土, 土壤面积 2361.78 km², 占区域面积的 2.7%, 主要分布于松嫩平原中部杜蒙、泰来、大庆周边风沙区。

按高程分带统计, 海拔 100~150 m 的主要耕作土壤为草甸土, 海拔 150~200 m 的主要耕作土壤为黑钙土, 海拔 200~300 m 的主要耕作土壤为黑土, 海拔 300~350 m 的主要耕作土壤为暗棕壤(表 3、图 4)。

Table 3. Statistics of soil types in the Songnen Plain

表 3. 松嫩平原耕地土壤类型分布统计表

土壤类型	各高程分带面积(km ²)					合计	
	100~150 m	150~200 m	200~250 m	250~300 m	>300 m	面积(km ²)	占比(%)
1 草甸土	9844.01	8812.81	5129.37	2476.12	1449.13	27711.43	31.5%
2 黑土	2773.21	7988.23	6762.92	6703.17	2900.24	27127.77	30.8%
3 黑钙土	4234.09	9783.10	2851.39	55.98	0.03	16,924.60	19.2%
4 暗棕壤	70.49	315.00	848.87	1916.48	4845.94	7996.78	9.1%
5 沼泽土	349.06	32.01	207.12	1163.39	1736.38	3487.96	4.0%
6 风沙土	2158.31	203.47				2361.78	2.7%
7 白浆土	398.47	550.06	214.79	22.17	25.75	1211.24	1.4%
8 其它	296.46	73.14	27.80	13.88	10.57	421.86	0.5%
9 水稻土	79.86	210.27	54.99	20.24	0.43	365.80	0.4%
10 新积土	47.35	97.82				145.17	0.2%
11 火山灰土				34.05	79.94	113.99	0.1%
12 碱土	87.00	19.59				106.59	0.1%
13 盐土	75.57					75.57	0.1%
14 合计	20,413.90	28,085.51	16,097.24	12,405.49	11,048.41	88,050.56	100.0%



Figure 4. Distribution of soil types in the Songnen Plain, Heilongjiang Province
图 4. 黑龙江省松嫩平原土壤类型分布图

6. 结语

耕地分布格局是耕地保护与治理的基础信息, 对于指导耕地水土流失综合防治宏观布局、措施配置具有重要意义。本文采用 GIS 空间分析技术, 创建生成了集多要素为一体的松嫩平原黑土耕地地理信息数据库, 与该领域以往侧重典型剖析和注重质量评价相比, 本研究在水土保持层面延伸和拓展了耕地调查的空间维度, 突出了行政单元、坡度分级、高程分带、土壤类型等指标分异特征, 体现了耕地在上述指标不同阈值水平上的分布变化, 更新了黑土耕地分布的现势性信息, 为黑土耕地水土流失防治的宏观决策、信息获取、监测预报、规划设计提供了有效支撑。

参考文献

- [1] 高燕, 张延玲, 何小雷. 东北黑土区耕地分布解译的遥感数据源对比[J]. 中国水土保持, 2016(7): 61-64.
- [2] 陈建龙, 狄春, 马龙泉, 邸延顺. 松嫩平原耕地等别空间分异特征研究[J]. 水土保持研究, 2015, 22(3): 226-228.
- [3] 杜国明, 张继心, 于凤荣, 等. 黑龙江省土地整治项目及新增耕地时空格局分析[J]. 农业现代化研究, 2016, 37(4): 797-798.
- [4] 王宗明, 张柏, 宋开山. 松嫩平原土地利用变化对区域生态系统服务价值的影响研究[J]. 中国人口资源环境, 2008, 18(1): 150-151.
- [5] 梁海鸥. 松嫩高平原黑土区耕地动态变化特征分析——以黑龙江省巴彦县为例[J]. 水土保持通报, 2012, 32(3): 279-281.
- [6] 吴琼. 浅谈地理国情普查成果的应用[J]. 测绘与空间地理信息, 2015, 38(10): 107-108.
- [7] 刘建华. 如何利用 DEM 在 ArcGIS 中制作坡度分级图[J]. 测绘与空间地理信息, 2011, 34(1): 140-141.
- [8] Jorgensen, A., Ball, B., Wort, S. and Lo Forte, R. SQL Server2014 管理最佳实践[M]. 宋云剑, 高继伟, 译. 北京: 清华大学出版社, 2015.
- [9] Price, M. ArcGIS 地理信息系统教程[M]. 李玉龙, 译. 北京: 电子工业出版社, 2012.
- [10] 封吉昌. 国土资源实用词典[M]. 北京: 中国地质大学出版社, 2011.