

中国羊草草甸草原植被地理分布及其斑块特征

曹雨晴

华北电力大学环境科学与工程学院, 北京

收稿日期: 2025年2月28日; 录用日期: 2025年3月21日; 发布日期: 2025年3月28日

摘要

本文以科学出版社2001年出版的《中国植被图集(1:1000000)》中羊草草甸草原部分为源数据, 应用ArcGIS 10.8软件处理转化为图斑数据, 绘制出羊草草甸草原植被的地理空间分布图, 分析羊草草甸草原植被的地理空间分布格局, 并计算各群系组的斑块特征, 对各群系组进行分析和评价。结果表明: 羊草草甸草原植被在内蒙古、黑龙江、吉林、辽宁四省分布, 总面积为33855.50 km², 在内蒙古的分布面积最大, 在辽宁分布面积最小, 羊草、杂类草草甸草原分布最广, 羊草、杂类草草甸草原 + 大针茅草原分布面积最小。各植被类型斑块分布极不均衡, 大斑块较少, 小斑块众多, 整体上景观破碎化程度高, 受干扰程度高, 其中羊草、杂类草草甸草原最为严重。整体上羊草草甸草原斑块形状不规则, 植被景观异质性较大。

关键词

羊草, 草甸草原, 地理分布, 斑块特征, 景观生态学

Vegetation Geographic Distribution and Patch Characteristics of *Leymus chinensis* Meadow Steppe in China

Yuqing Cao

College of Environmental Science and Engineering, North China Electric Power University, Beijing

Received: Feb. 28th, 2025; accepted: Mar. 21st, 2025; published: Mar. 28th, 2025

Abstract

Based on the source data of *Leymus chinensis* meadow steppe in the Vegetation Atlas of China (1:100,000) published by Science Press in 2001, this paper applied ArcGIS 10.8 software to process and transform the data into map spot data, drew the geographic spatial distribution map of *Leymus*

chinensis meadow steppe vegetation, and analyzed the geographic spatial distribution pattern of *Leymus Chinensis* meadow steppe vegetation. The patch characteristics of each formation group were calculated, and each formation group was analyzed and evaluated. The results showed that the vegetation of *Leymus chinensis* meadow steppe was distributed in Inner Mongolia, Heilongjiang, Jilin and Liaoning, with a total area of 33855.50 km², the largest distribution area in Inner Mongolia and the smallest distribution area in Liaoning, the widest distribution area of *Leymus chinensis* and miscellaneous grass meadow steppe, and the smallest distribution area of *Leymus chinensis* and miscellaneous grass meadow steppe + *Stipa chinensis*. The patch distribution of various vegetation types is extremely uneven, with few large patches and many small patches. On the whole, the landscape fragmentation degree is high, and the disturbance degree is high, among which the meadow steppe of *Leymus chinensis* and miscellaneous grass is the most serious. On the whole, the patch shape of *Leymus chinensis* meadow steppe is irregular, and the vegetation landscape heterogeneity is great.

Keywords

Leymus chinensis, Meadow Steppe, Geographical Distribution, Patch Characteristics, Landscape Ecology

Copyright © 2025 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. 引言

羊草(*Leymus chinensis*)是禾本科赖草属的一种多年生旱生-中旱生根茎禾草,在成分上属于中国东北-达乌里-蒙古成分[1],因其具有较强的耐盐碱性,又被称作碱草。羊草分布广泛,在我国东北、内蒙古等地均有分布,生长面积达10万 km² [2],是我国草原上的重要牧草之一。羊草是耐旱植物,可在年降水量300~400 mm的地区生长;其耐盐碱性好,多生长在黑钙土和碱化草甸土,低湿地、砂土中亦可生长,生态幅广阔,是我国北方温带草地的重要建群种或优势种[3]。羊草对环境表现出很强的适应能力,对寒冷、干旱和盐碱等都有很好的耐受性[4],且具有较高的繁殖能力和营养价值,是我国畜牧业重要的优质牧草,在畜牧业中具有较高的经济价值。

草甸草原生长于半湿润气候区,以多年生禾草和杂类草为主[1],是草原向森林过渡的一种草原类型,在地理位置上与北方农牧交错带有很大重合[5]。草甸草原物种丰富,可为多种野生动物提供栖息地,是草原类型中物种多样性最高、种群饱和度最大、生产力最高的一类。羊草草甸草原在维持生物多样性、保持水土、调节碳循环与气候以及促进区域生态平衡上具有重要作用。

景观生态学的研究往往更关注于确定空间异质性的原因、后果与结构、功能的重要性[6],斑块是景观生态学中常用的研究对象。景观会随时间发生变化,我们会希望比较两个或多个不同的景观或地区有多么不同或多么相似。在考虑不同驱动因素对景观格局和未来情境的影响时,我们需要定量评估由此产生的不同景观格局。景观格局的不同方面对生物的运动格局、营养物质再分配和自然干扰的扩散等过程有重要影响,想要将空间格局与生态过程联系起来首先要描述这些格局,那么就需要强有力的方法来量化空间格局,使用指标和指数就是很好的方式。

由于长期不合理人类活动的影响如滥垦、滥牧,羊草草甸草原土地退化、盐碱化、沙化越来越严重[7],致使土地生产力明显下降,生态环境恶化明显,生态屏障功能明显下降。近年来对于羊草草甸草原的研究广泛,多集中于群落特征与空间格局[8]-[10]、植被动态与气候响应[11]-[13]、生物量与生产力[14]-

[17]、动态演变与驱动力[18]-[20]、分布预测与驱动因子[21][22]、种间关系与生态位动态[23]-[26]、放牧与物种多样性[27][28]等方面,在群落斑块特征方面研究甚少。研究羊草草甸草原的斑块特征,对于草原生态系统的保护、合理利用与恢复以及畜牧业的可持续发展具有重要意义。本研究通过《中国植被图集(1:1000000)》[1]中记录的羊草、杂类草草甸草原;羊草、杂类草草甸草原+黑杨林;羊草、杂类草草甸草原+线叶菊、禾草、杂类草草甸草原;羊草、杂类草草甸草原 + 大针茅草原;羊草、杂类草草甸草原+沙蓬、雾冰藜、虫实沙地先锋植物群落 5 个群系组信息,应用地理信息系统(ArcGIS 10.8)等现代信息处理技术,绘制出羊草草甸草原植被在我国的地理分布图,分析我国羊草草甸草原植被斑块的地理分布规律和斑块特征,为草地资源的合理利用、保护恢复以及畜牧业的可持续发展提供理论参考。

2. 研究方法

2.1. 数据来源与处理方法

本文植被数据源自《中国植被图集(1:1000000)》(科学出版社,2001年),应用 ArcGIS 10.8 软件提取羊草草甸草原相关植被数据,共包含 5 个群丛组,对植被数据进行空间配准、矢量化和栅格化处理,最后转化为图斑数据。结合以《中华人民共和国自然地图集》为底图的山脉数据、资源环境科学与数据中心官网的河流数据、中国省级行政边界数据中的省界与省会数据绘制出羊草草甸草原植被的地理空间分布图,分析羊草草甸草原植被的地理空间分布格局。根据计算得到各群系组的斑块特征,对各群系组进行分析和评价。

2.2. 斑块特征计算方法

以羊草草甸草原植被地理空间分布图为基础,应用软件 ArcGIS 的统计分析功能,对羊草草甸草原植被的斑块特征包括斑块数量、斑块的面积、周长、斑块密度、边缘密度、面积极差、面积变异系数以及斑块形状指数进行分析与评价,得到我国羊草草甸草原植被的斑块特征。

斑块密度公式:

$$PD = n/A \quad (1)$$

式中: PD 表示单位面积的斑块分布密度, n 表示研究区域内的斑块总数, A 表示植被覆盖区域的总面积。

斑块边缘密度公式:

$$ED = P/A \quad (2)$$

式中: ED 表示斑块边缘密度即斑块边界复杂程度, P 表示所有斑块边界周长的总和。

斑块面积极差公式:

$$RA = X_{\max} - X_{\min} \quad (3)$$

式中: RA 表示斑块面积极差; $X_{\max}$ 表示研究区域内斑块最大面积值; $X_{\min}$ 表示研究区域内斑块最小面积值。

变异系数公式:

$$CV = \frac{SD}{S} \times 100\% \quad (4)$$

式中: CV 是用来表示面积离散度的指标; SD 表示斑块面积的标准差; S 表示斑块平均面积(根据公式 5 计算得出)。

其中的斑块平均面积公式:

着纬度的降低、经度的增加，羊草草甸草原植被分布越来越少，这是因为越往南、往东，气候越湿润，草原的末端逐渐向森林演替，草原植被由优势种变为伴生种直至完全被森林植被取代。从植被类型上看，羊草、杂类草草甸草原占主导地位，面积最大(31450.15 km²)，占比 92.90%；其次是羊草、杂类草草甸草原 + 线叶菊、禾草、杂类草草甸草原(1758.64 km²)，占 5.19%，；其他 3 个群系组的分布面积占比均不足 1%。

Table 1. Vegetation types and area distribution of *Leymus chinensis* meadow steppe (km²)
表 1. 羊草草甸草原植被类型和面积分布表(km²)

植被类型	内蒙古	黑龙江	吉林	辽宁	全国	占比
羊草、杂类草草甸草原	18120.82	8185.47	4033.22	1110.64	31450.15	92.90%
羊草、杂类草草甸草原 + 黑杨林	114.19	-	-	-	114.19	0.34%
羊草、杂类草草甸草原 + 线叶菊、禾草、杂类草草甸草原	1758.64	-	-	-	1758.64	5.19%
羊草、杂类草草甸草原 + 大针茅草原	201.51	-	-	-	201.51	0.59%
羊草、杂类草草甸草原 + 沙蓬、雾冰藜、虫实沙地先锋植物群落	331.01	-	-	-	331.01	0.98%
合计	20526.17	8185.47	4033.22	1110.64	33855.50	100%
占比	60.63%	24.18%	11.91%	3.28%	100%	-

3.2. 羊草草甸草原植被的斑块特征

对我国羊草草甸草原植被斑块特征各指标计算结果如下：

Table 2. Vegetation patch characteristics of *Leymus chinensis* meadow steppe
表 2. 羊草草甸草原植被斑块特征

植被类型	斑块数 (个)	平均面积 (km ²)	最大面积 (km ²)	最小面积 (km ²)	面积极差 (km ²)	斑块密度 (个/km ²)	边缘密度 (km/km ²)	变异 系数(%)	形状 指数
羊草、杂类草草甸草原	326	96.47	1252.69	3.23	1249.46	0.01	0.57	166.20	1.62
羊草、杂类草草甸草原 + 黑杨林	1	114.19	114.19	114.19	0	0.0088	0.87	-	2.62
羊草、杂类草草甸草原 + 线叶菊、禾草、杂类草草甸草原	2	879.32	1069.44	689.20	380.24	0.0011	0.41	21.62	3.45
羊草、杂类草草甸草原 + 大针茅草原	2	100.75	201.51	142.43	58.08	0.0099	0.90	29.32	1.97
羊草、杂类草草甸草原 + 沙蓬、雾冰藜、虫实沙地先锋植物群落	3	110.34	224.62	13.15	211.47	0.0091	0.70	79.01	2.03

在景观生态学中，斑块的大小和形状在很大程度上决定了其生物学和功能特征。斑块面积主要体现在对物质、能量和物种数量的影响上。相比于小斑块，大斑块存在更多的内部环境，能够提供更充分的物质和能量，边缘物种与内部物种能够共存，因此会包含更多的物种，营造出更高的生物多样性。而斑块的形状与环境变化及其更新过程是有关系的，我们可以据此了解生物的动态。

由表 2 可知，各植被类型斑块分布极不均衡，羊草、杂类草草甸草原斑块数量最多(326 个)，而羊草、杂类草草甸草原 + 黑杨林数量极少仅有 1 个斑块，其他植被类型数量也很少。斑块平均面积和密度均能

反映景观破碎化程度,平均面积越小、密度越大,破碎化程度越高,受人类活动干扰越强。从平均面积上看,羊草、杂类草草甸草原虽然面积最大、占比最多,但平均面积却是这五个群系组中最小的,这说明相比其他五个群系组,羊草、杂类草草甸草原的景观破碎化程度最高,受人类活动干扰最强烈。同样的,羊草、杂类草草甸草原的斑块密度也是这五个群系组中最大的,说明羊草、杂类草草甸草原中小斑块居多,斑块分散程度高,也进一步佐证了羊草、杂类草草甸草原的景观破碎化程度确实更高。而羊草、杂类草草甸草原 + 线叶菊、禾草、杂类草草甸草原的平均面积最大、斑块密度最小,说明羊草、杂类草草甸草原 + 线叶菊、禾草、杂类草草甸草原大多以大斑块存在,斑块完整性较高,斑块与斑块间更紧凑,连通性较好,破碎化程度更低,受干扰程度低。

斑块面积极差能够反映斑块的大小差异,斑块边缘密度能够反映景观中斑块的接触程度和空间分布特征,它们同样也是衡量景观破碎化程度和异质性的指标。羊草草甸草原植被斑块的最大面积(1252.69 km²)与最小面积(3.23 km²)均在羊草、杂类草草甸草原中,说明该群系组斑块大小差别悬殊;羊草、杂类草草甸草原 + 线叶菊、禾草、杂类草草甸草原的边缘密度最小,这说明羊草、杂类草草甸草原 + 线叶菊、禾草、杂类草草甸草原的边缘比其他群系组更简单、形状更紧密,更有利于储存能量和养分。

斑块的变异系数用来衡量景观的离散化程度。羊草、杂类草草甸草原的变异系数最大(166.20%),说明该群系组的斑块离散程度高,景观破碎化程度高,受干扰程度高。羊草、杂类草草甸草原 + 线叶菊、禾草、杂类草草甸草原的变异系数最小(21.62%),说明该群系组斑块紧凑,破碎化程度低,受干扰程度低。皆与前文结论一致。

斑块的形状指数是用来衡量斑块的形状特征,本文采用的是以圆形为参照几何形状,即圆环度指数C。C的最小值为1,越接近1,斑块形状越接近圆形;C值越大,斑块形状越扁长。由表2可知,羊草、杂类草草甸草原的C值最小,说明该群系组中有一半左右斑块接近圆形;其他群系组的C值都比较大,说明它们的斑块大多形状不规则。整体上来说羊草草甸草原植被景观异质性较大。

4. 总结与讨论

4.1. 总结

通过对羊草草甸草原植被的空间格局、面积分布、斑块特征和形状特征进行计算分析,可以得到以下结论:

- (1) 我国羊草草甸草原主要在蒙东、东三省西部广泛分布,在内蒙古中部亦有零星分布。
- (2) 从地区上来说,我国羊草草甸草原在内蒙古的分布面积最大,在辽宁分布面积最小。从植被型上来说,羊草、杂类草草甸草原分布最广,羊草、杂类草草甸草原 + 大针茅草原分布面积最小。
- (3) 羊草草甸草原各植被类型斑块分布极不均衡,大斑块较少,小斑块众多,整体上景观破碎化程度高,受干扰程度高,其中羊草、杂类草草甸草原最为严重。
- (4) 整体上羊草草甸草原斑块形状不规则,植被景观异质性较大。

4.2. 讨论

从前人的研究可知,放牧是草原植被空间异质性形成的主要原因[29],若不加以控制必定会导致退化演替,使得盐碱化、沙化问题更加严重。雾冰藜、沙蓬、虫实沙地先锋植物群落这些生长在盐碱地、沙地的植物是羊草草甸草原退化的标志,长此以往会逐渐取代羊草草甸草原。必须加强管制,制定详细规定,以恢复草原生物多样性、提升草地生产力、修复生态、促进植被快速恢复和可持续发展,巩固北方生态安全屏障。

参考文献

- [1] 张新时. 中国植被及其地理格局: 中华人民共和国植被图(1: 100 0000)说明书[M]. 北京: 地质出版社, 2007.
- [2] 刘国兵, 焦德志, 周婵. 羊草生物学和生态学特性研究进展[J]. 生态科学, 2024, 45(6): 193-199.
- [3] 代景忠, 白玉婷, 卫智军, 等. 羊草功能性状对施肥的动态响应[J]. 植物生态学报, 2023, 47(7): 943-953.
- [4] 陶雅, 徐丽君, 李峰, 等. 我国羊草产业亟待振兴[J]. 草业学报, 2023, 32(11): 188-198.
- [5] 赵哈林, 周瑞莲, 张铜会, 等. 我国北方农牧交错带的草地植被类型、特征及其生态问题[J]. 中国草地, 2003, 25(3): 1-8.
- [6] 邬建国. 景观生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002.
- [7] 吕世杰, 白玉婷, 卫智军, 等. 基于建群种羊草动态变化的打草场植被恢复研究[J]. 干旱区资源与环境, 2021, 35(7): 163-170.
- [8] 桂建华, 马腾飞, 胡姝娅, 等. 长期围封对羊草和大针茅典型草原植物群落特征的影响[J]. 山西农业科学, 2022, 50(5): 720-727.
- [9] 杨柳. 中国羊草(*Leymus chinensis*)草原植物群落特征及其地理分布[D]: [硕士学位论文]. 呼和浩特: 内蒙古大学, 2018.
- [10] 傅星, 南寅镐. 科尔沁沙地盐生草甸主要植物群落种群格局的研究[J]. 应用生态学报, 1992, 3(4): 313-320.
- [11] Ren, Y., Zhang, F., Zhao, C. and Cheng, Z. (2023) Attribution of Climate Change and Human Activities to Vegetation NDVI in Jilin Province, China during 1998-2020. *Ecological Indicators*, 153, Article 110415. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110415>
- [12] 谭丽萍, 周广胜. 内蒙古羊草群落、功能群、物种变化及其与气候的关系[J]. 生态学报, 2013, 33(2): 650-658.
- [13] 宝乌日其其格, 张金旺, 银杉, 等. 气候变化对大针茅和羊草物候变化的影响[J]. 内蒙古气象, 2022(1): 12-15.
- [14] 鲍雅静, 李政海, 包青海, 等. 多年割草对羊草草原群落生物量及羊草和草种群重要值的影响[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版), 2001, 32(3): 309-313.
- [15] 周道玮, 张保田, 李建东. 松嫩羊草草原火烧后地上生产力的变化[J]. 草业学报, 1995, 4(4): 23-28.
- [16] 杨殿林. 羊草草地初级生产力动态的研究[J]. 黑龙江畜牧兽医, 1991(1): 4-6.
- [17] 白杨. 刈割、施肥对锡林郭勒典型草原羊草群落地上生物量的影响[D]: [硕士学位论文]. 呼和浩特: 内蒙古大学, 2020.
- [18] 杨波, 宝音陶格涛. 退化羊草草原轻耙处理后 30 年植物群落恢复演替规律研究[J]. 中国草地学报, 2014, 36(2): 36-42.
- [19] 宝音陶格涛, 刘美玲, 李晓兰. 退化羊草草原在浅耕翻处理后植物群落演替动态研究[J]. 植物生态学报, 2003, 27(2): 270-277.
- [20] 王炜, 梁存柱, 刘钟龄, 等. 羊草 + 大针茅草原群落退化演替机理的研究[J]. 植物生态学报, 2000, 24(4): 468-472.
- [21] 陈积山, 刘杰淋, 朱瑞芬, 等. 基于 MaxEnt 分析我国羊草分布区的生物气候特征[J]. 草地学报, 2019, 27(1): 35-42.
- [22] 武自念, 侯向阳, 任卫波, 等. 基于 MaxEnt 模型的羊草适生区预测及种质资源收集与保护[J]. 草业学报, 2018, 27(10): 125-135.
- [23] 王国庆, 杜广明, 聂莹莹, 等. 草甸草原封育演替过程中主要植物种群生态位动态分析[J]. 中国草地学报, 2017, 39(6): 72-78.
- [24] 王德利, 张宝田, 祝玲. 东北草地羊草种群生态位的研究[J]. 东北师大学报(自然科学版), 1995, 27(1): 86-92.
- [25] 王仁忠. 放牧影响下羊草草地主要植物种群生态位宽度与生态位重叠的研究[J]. 植物生态学报, 1997, 21(4): 9-16.
- [26] 巴雷, 王德利, 刘颖, 等. 羊草与其主要伴生种竞争与共存的格局分析[J]. 应用生态学报, 2002, 13(1): 50-54.
- [27] 刘颖, 王德利, 王旭, 等. 放牧强度对羊草草地植被特征的影响[J]. 草业学报, 2002, 11(2): 22-28.
- [28] 陈涛, 柳小妮, 辛晓平, 等. 呼伦贝尔羊草草甸草原植物多样性与退化程度关系[J]. 甘肃农业大学学报, 2008, 43(5): 135-141.
- [29] 康萨如拉, 闫瑞瑞, 字洪标, 等. 中国北方草地植被空间异质性对放牧强度的不同响应规律[J/OL]. 科学通报, 2024, 1-15. <https://kns-cnki-net.webvpn.ncepu.edu.cn/kcms/detail/11.1784.N.20241024.1319.002.html>, 2025-03-27.