

草原生态系统研究

第 4 集

RESEARCH ON GRASSLAND ECOSYSTEM

No. 4

中国科学院内蒙古草原生态系统定位站 编

科学出版社



草原生态系统研究

第4集

RESEARCH ON GRASSLAND ECOSYSTEM

No. 4

中国科学院内蒙古草原生态系统定位站 编

Edited by Inner Mongolia Grassland Ecosystem Research
Station, Academia Sinica

科学出版社

Science Press

1992

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

本文集汇编了有关草原生态系统结构、功能、过程及提高生产力途径研究的论文共 27 篇。内容涉及植物、动物、微生物的群落生态、种群生态、生理生态,以及土壤水分、土壤腐殖质与土壤养分、土壤微生物、退化草场改良、合理放牧等方面。既有深入的草原科学方面的基础研究,也有紧密结合草地畜牧业生产实际的应用研究。

这些论文可供植物生态学、自然地理学、土壤学、动物学、环境科学,以及从事农业、牧业、草业等方面的科研人员、科技干部以及大专院校有关专业师生参考。

草原生态系统研究

第 44 集

中国科学院内蒙古草原生态系统定位站 编

责任编辑 于 斌

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100707

北京怀柔县黄坎印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1992 年 12 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1992 年 12 月第一次印刷 印张: 16 1/4 插页: 1

印数: 1—640 字数: 353 000

ISBN 7-03-003040-0/Q·404

定价: 15.40 元

草原生态系统研究 第4集

目 录

放牧空间梯度上和恢复演替时间梯度上羊草草原的群落特征及其对应性···李永宏 (1)	
草原群落种群分布格局与土壤中几种速效性元素的相关性分析·····	
·····杨 持 孙卫国 靳玉玺 包丽艳 (9)	
羊草光合能力的研究·····杜占池 杨宗贵 (15)	
不同生长时期冰草光合速率与气温关系的比较研究·····杨宗贵 杜占池 (25)	
内蒙古典型草原栗钙土地带几种植物凋落物分解速率与分解过程研究·····	
·····陈佐忠 黄德华 (31)	
内蒙古典型草原地带 118 种植物的热值·····陈佐忠 张鸿芳 (41)	
内蒙古典型草原栗钙土带植物重金属元素的背景值·····姚依群 陈佐忠 (49)	
布氏田鼠 <i>Microtus brandti</i> 的食物和食量·····周庆强 钟文勤 王广和 (61)	
达乌尔鼠兔的食性及其与食物可利用性的关系·····	
·····王桂明 周庆强 钟文勤 王广和 (69)	
自然环境温度和食物含水量对狭翅雏蝗 <i>Chorthippus dubius</i> (Zub.) 食物消耗量 的影响·····张爱国 李鸿昌 (77)	
狭翅雏蝗 <i>Chorthippus dubius</i> (Zub.) 的食物消耗量和对牧草危害的研究 ·····	
·····张爱国 李鸿昌 陈永林 (89)	
狭翅雏蝗 <i>Chorthippus dubius</i> (Zub.) 取食牧草掉落毁损的研究 ·····	
·····李鸿昌 范伟民 邱星辉 (99)	
草原蝗虫时空异质性的研究·····康 乐 陈永林 (109)	
草原蝗虫食料植物叶片表皮显微结构的研究·····康 乐 陈永林 (125)	
典型草原蝗虫种群数量、生物量和能值的比较研究·····康 乐 陈永林 (141)	
草原羊草 <i>Aneurolepidium chinense</i> 和大针茅 <i>Stipa grandis</i> 不同物候期植株分解 的微生物特性·····廖仰南 张桂枝 赵 吉 (151)	
羊草和大针茅不同物候期植株的分解及其主要营养元素的转化·····	
·····赵 吉 廖仰南 张桂枝 (161)	
内蒙古锡林河流域栗钙土腐殖质特性的研究: I. 围栏封育与自由放牧条件下土壤 腐殖质特性的变化·····吕贻忠 赵玉萍 夏荣基 (171)	
羊草草原暗栗钙土养分含量与动态的研究·····康师安 关世英 齐沛钦 (181)	
布氏田鼠对草场产草量的危害及防治阈值研究·····	
·····钟文勤 周庆强 王广和 王桂明 周丕义 贾永平 (191)	
围栏育草措施对布氏田鼠种群的生态效应·····	
·····钟文勤 周庆强 王广和 孙崇谔 周丕义 刘文智 (199)	

三十烷醇对天然羊草草原优势禾草的影响·····	杜占池 杨宗贵 (205)
不同时期割草和割草间隔期间对羊草草原禾草生物量的影响·····	·····仲延凯 包青海 孙 维 (213)
羊草人工草地群落演替动态的研究·····	宝音陶格涛 (231)
不同放牧强度牲畜的增重效果和载畜量的比较试验·····	马琦 李永宏 (237)
草原区兔放养对兔体增重与草地生长影响的实验研究··	盛修武 戚秋慧 杨化民 (243)
施用微量元素对内蒙古地区豆科牧草根瘤菌固氮酶活性的影响··	关秀清 杜千有 (251)

RESEARCH ON GRASSLAND ECOSYSTEM NO.4

CONTENTS

Accordance of the Grassland Dynamics on Temporal Gradient of Restoration Succession to Their Changes on Spatial Gradient of Grazing	Li Yonghong (7)
Correlation Analysis on the Distribution Patterns of the Plant Populations and Some Instant Effective Elements in the Steppe Community	Yang Chi, Sun Weiguo, Jin Yuxi and Bao Liyan (14)
A Study on Photosynthetic Capacity of <i>Aneurolepidium chinense</i>	Du Zhanchi and Yang Zonggui (23)
A Comparative Study on Relation between Photosynthetic Rate of <i>Agropyron crisatum</i> and Air Temperature at Their Different Periods of Growth	Yang Zonggui and Du Zhanchi (30)
Decomposition Rates and Process of Litter in Typical Steppe Zone of Inner Mongolia	Chen Zuozhong and Huang Dehua (39)
The Caloric Values of 118 Plants on the Typical Steppe of the Temperate Zone of Inner Mongolia	Chen Zuozhong and Zhang Hongfang (48)
Background Value of Heavy Metal Elements of Plants in Typical Steppe Chestnut Soil Zone, Inner Mongolia	Yao Yiqun and Chen Zuozhong (60)
Food Preference and Food Consumption of Brandt's Vole (<i>Microtus bran- dti</i>)	Zhou Qingqiang, Zhong Wenqin and Wang Ganghe (67)
Food Habits of Dahurian Pika and Their Relationships with the Food Avail- ability	Wang Guiming, Zhou Qingqiang, Zhong Wenqin and Wang Guanghe (76)
The Effect of Temperature of Natural Environment and Water Content in Food on the Consumption of Grasshopper <i>Chorthippus dubius</i> (Zub.)	Zhang Aiguo and Li Hongchang (87)
Studies on the Food Consumption and the Damage to Pasture Caused by <i>Chorthippus dubius</i> (Zub.)	Zhang Aiguo, Li Hongchang and Chen Yonglin (97)
Studies on the Cut-off Losses of Forage Caused by Feeding for Grasshopper <i>Chorthippus dubius</i> (Zub.)	Li Hongchang, Fan Weimin and Qiu Xinghui (108)
Temporal and Spatial Heterogeneity of Grassland Grasshoppers	Kang Le and Chen Yonglin (122)
Study on the Microscopic Features of Leaf Epidermises of Grasshopper	

Food Plants with a Key to These Plant Species	
.....	Kang Le and Chen Yonglin (139)
Comparative Studies on the Number, Biomass and Energy Value of Grass-hopper Populations in Typical Steppe.....	
.....	Kang Le and Chen Yonglin (105)
The Microbial Characteristics of Decomposing on Plants Material of <i>Aneurolepidium chinense</i> and <i>Stipa grandis</i> in Different Phenological Periods in Steppe	Liao Yangnan, Zhang Guizhi and Zhao Ji (159)
Decomposition and Nutrient Exchange of Plants Material of <i>Aneurolepidium chinense</i> and <i>Stipa grandis</i> in Different Phenological Periods	
.....	Zhao Ji, Liao Yangnan and Zhang Guizhi (169)
Characteristics of Humus in Chestnut Soil at Xilin River Valley, Inner Mongolia; I. Variation of the Characteristics of Humus in Chestnut Soil by Fencing and Freely Grazing	
.....	Lu Yuzhong, Zhao Yuping and Xia Rongji (179)
The Contents and Changes of Dark Chestnut Soil on the <i>Aneurolepidium chinense</i> Grassland	Kang Shi'an, Guan Shiyang and Qi Peiqin (189)
Studies on the Damage of Brandt's Vole on Hay Yield of Pasture and the Threshold of Its Control.....	Zhong Wenqin, Zhou Qingqiang, Wang Guanghe, Wang Guiming, Zhou Peiyi and Jia Yongping (197)
Ecological Effects of the Measures for Raising Herbage in Enclosure on Brandt's Vole Population.....	Zhong Wenqin, Zhou Qingqiang, Wang Guanghe, Sun Chonglu, Zhou Peiyi and Liu Wenzhi (203)
The Effect of Triacanol on Dominant Grass of Natural <i>Aneurolepidium chinense</i> Steppe.....	Du Zhanchi and Yang Zonggui (211)
By Mowing and Mowing Interval Time in the Different Periods, to the Influence of Grass Biomass on the Chinese Wildrye (<i>Aneurolepidium chinense</i>) Steppe	Zhong Yankai, Bao Qinghai and Sun Wei (230)
The Study Succession Syndynamics in Artificial Grassland of <i>Aneurolepidium chinense</i>	Bao Yin Togeto (235)
Comparative Experiment on Carrying Capacity and the Effect of Weight Increase of Sheep under Different Grazing Intensities	
.....	Ma Qi and Li Yongnong (241)
A Test and Observation on Weight Increase of the Grazing Rabbit and Its Influence on Plants of Grassland	
.....	Sheng Xiuwu, Qi Qihui and Yang Huamin (248)
The Influence on Nodule Nitrogenase Activity and Biomass of Leguminous Herbage by Using Microelements in the Inner Mongolia.....	
.....	Guan Xiuqing and Du Qianyou (254)

放牧空间梯度上和恢复演替时间梯度上 羊草草原的群落特征及其对应性*

李永宏

(中国科学院植物研究所, 北京 100044)

摘 要

本文分析了羊草草原在放牧空间梯度上的变化和退化羊草草原的恢复演替动态。利用主分量分析方法对群落在这两种梯度(空间的和时间的)上的变化进行了对比性分析。结果表明:退化草原群落恢复演替过程中的时间变化与放牧由弱到强不同地段群落的空间变化有良好的对应性。羊草草原的这种对应关系为:过度或重度放牧地段、或退化草原恢复前的群落为冷蒿(*Artemisia frigida*) + 大针茅(*Stipa grandis*) + 羊草(*Aneurolepidium chinense*) + 小禾草群落;中度—重度放牧地段、或恢复3年后的群落为冷蒿 + 羊草 + 冰草(*Agropyron cristatum*) + 大针茅群落;轻度放牧地段、或恢复7年后的群落为羊草 + 大针茅 + 冰草 + 小禾草群落,接近于研究地区羊草草原植被的顶极类型。

关键词 放牧梯度;恢复演替;对应性;羊草

引 言

羊草草原广泛分布于内蒙古高原东部和东北的松嫩平原,是该区最主要的放牧和割草草场资源。草原退化是其放牧利用中最重要的问题之一,一直为许多学者所关注。章祖同(1960)、李继侗等(1956)很早便注意到了羊草草原的退化问题。李世英等(1965)在内蒙古呼伦贝尔盟莫达木吉地区,对不同放牧强度下羊草草原的特征进行了详细分析,描述了轻度、适度、重度、过度和极度放牧条件下群落的特征,并称此为不同的“演替阶段”。作者曾在内蒙古锡林格勒盟白音锡勒地区研究了放牧梯度上羊草草原的放牧指示植物、放牧生态种组和群落特征,并提出了监测草原退化的数量指标。这些工作都是基于研究不同放牧强度地段的群落特征来进行的,即以放牧空间梯度上群落的变化来探讨群落的退化演替^[4, 6]。

演替是指一个群落随着时间的推移、条件的变化,被另一个群落所替代的过程。其

* 本研究为国家自然科学基金委资助项目。

中一系列的“演替阶段”构成群落变化的一个时间梯度。群落不同放牧强度地段所构成的空间梯度上的变化和一定放牧强度下群落退化演替（或退化群落自然恢复演替）时间梯度上的变化是否相对应，尚未见专门性的报道。本文以内蒙古锡林格勒盟白音锡勒地区的羊草草原为对象，对放牧空间梯度和禁牧封育自然恢复时间梯度上的群落进行对比性研究，旨在阐明群落在由放牧所构成的环境时空梯度上的异同性，为估计退化草场的恢复速率，进一步提出加快退化草场恢复和改良的措施提供理论依据。

一、自然条件与研究方法

（一）自然条件

研究地区在植被区划上属于温带草原区域的内蒙古高原典型草原区。有关该区的自然条件已有专文详述^[6]，在此不赘叙。该区植被以草原为主，以羊草和小禾草为主的草原是该区最重要的代表类型，占总面积的45.7%^[6]。羊草草原作为打草场或放牧场是该区家畜饲草的主要来源地。羊草草原放牧场的利用很不平衡，退化现象十分严重。

（二）样地设置

用比较样地法研究不同放牧强度地段羊草草原植物群落的特征，系列样地设在锡林河南岸海拔1210—1230m的台地上(图1)。地形开阔、平坦。土壤为厚层暗栗钙土，砂

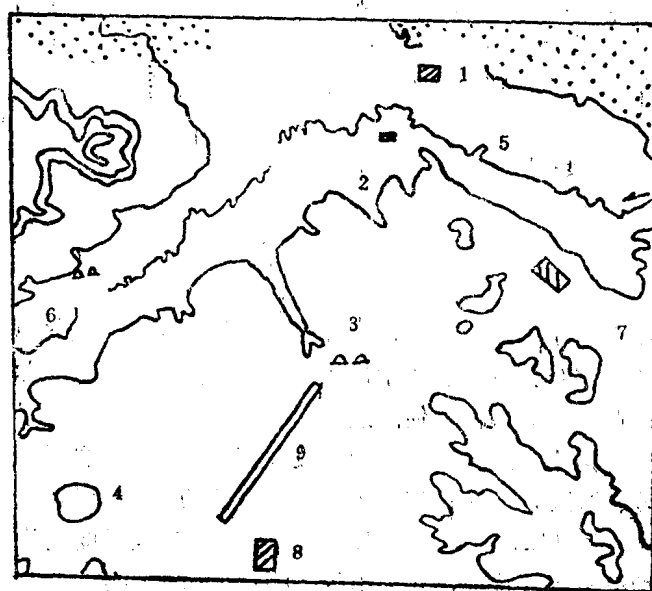


图1 研究样地的设置

Fig.1 Location of sample plots

1. 定位站 Station; 2. 益和乌拉分场 Iheula Village; 3. 牛队 Niudui;
4. 额尔敦陶勒盖 Erduntaolegai; 5. 锡林河 Xilin River;
6. 公乃庙 Gongnaimiao; 7. 退化草原样地 Degraded grassland sample plot; 8. 羊草草原样地 *A. chinense* grassland sample plot; 9. 放牧系列样地 Grazing sample belt

壤或壤砂质地。羊草草原是这里的地带性植被。该系列样地东北端为定居畜牧点,放牧最强,由此向西南方向放牧强度逐步降低,西南端与无放牧的羊草草原永久观察样地相邻。可见该系列样地由西南向东北放牧逐渐增强,构成一个放牧强度的空间梯度,沿此方向设置系列样地6个。

退化羊草草原恢复演替样地设置在锡林河附近放牧极重地段(中国科学院内蒙古草原生态系统定位站设置的退化草场样地内)。从1983年起围栏、禁牧,观察自然恢复不同阶段的群落特征。该样地在地形、土壤等各方面均与上述系列样地相似,围栏前由于距水源近,草场处于过度放牧退化状态。

(三) 野外观察及数据处理

在7—8月份的植物生长高峰期,对系列样地1—6号的植物群落进行详细的群落学调查和地上部植物种群现存量的测定。每个样地做群落学调查样方10个和地上部种群现存量样方5个。对退化羊草草原封育前、封育后3年和封育后7年时的演替状态进行同样的群落学调查和地上部植物种群现存量测定。根据野外测定的数据,对不同放牧强度下群落的空间变化特征和恢复演替过程中群落的时间变化特征进行异同性分析;利用主分量分析(PCA)的方法,阐明群落在放牧时、空梯度上的对应性。并由此估计退化草原的恢复速率。

二、结 果

(一) 羊草草原放牧空间梯度和恢复演替时间梯度上植物群落的特征

根据样方统计,无论是不同放牧强度地段的羊草群落,还是处于不同恢复演替阶段的羊草群落,其植物种类间的差异均很小,优势种基本一致。同时也可见,随着放牧强度的减轻或恢复演替的进展,群落的现存量增大,高度增加,并且处于封育恢复中的群落比不同程度利用中的群落较高,地上部现存量较大。重度放牧利用的地段虽群落较低,但盖度并不十分小,这是由于一些矮小植物如苔草(*Carex korshinskii*)、星毛委陵菜(*Potentilla acaulis*)和冷蒿(*Artemisia frigida*)等能在重牧地段良好生长,有较大盖度的缘故。

随着放牧强度的变化或恢复演替的发展,群落的变化主要反映在不同植物种在群落中作用大小的消长。如在放牧空间梯度上,随着放牧的增强,群落中的建群植物羊草逐渐减少,在所研究的羊草草原中共记录到植物57种,群落的植物组成及植物种群地上现存量在群落总现存量中的比例见表1。由该表可知,其生物量比例由44.70%下降到11.99%;而冷蒿的作用逐步增加,由0.82%增加到53.58%。在退化群落7年的恢复演替中,冷蒿的比例由26.96%逐步降低到4.76%;而羊草的比例由8.95%上升到35.69%。似乎从这两个种的变化便可看出放牧空间梯度上的群落与恢复演替时间梯度上的群落有类似的变化规律。下面是对这两种梯度上群落对应性的详细分析。

表1 放牧空间梯度和恢复演替时间梯度上的羊草草原群落特征

Table 1 Features of *Aneurolepidium chinense* communities on a spatial grazing gradient and a temporal gradient of restoration succession

放牧强度或恢复年数 Grazing intensity or restoration years	无牧 No	轻牧 Light	中牧 Mode- rate	重牧 Heavy		过牧 Over	恢复 7年 7 years	恢复 3年 3 years	未恢复 0
群落盖度 Community coverage(%)	61	62	57	57	58	57	55	57	48
群落高度 Community height(cm)	31	16	17	14	11	7	30	24	10
地上生物量 Aerial phytomass ($g_{aw} \cdot m^{-2}$)	267.9	173.6	118.5	102.1	109.5	109.8	190.6	158.4	111.3
植物名称 Plant names	生物量占总生物量的比例(%) Proportion of species phytomass in total phytomass								
冷蒿 <i>Artemisia frigida</i>	0.82	6.95	13.99	34.31	38.33	53.58	4.76	22.50	26.96
羊草 <i>Aneurolepidium chinense</i>	44.20	40.24	30.11	18.98	17.98	11.99	35.69	13.77	8.95
冰草 <i>Agropyron cristatum</i>	1.78	9.32	11.82	15.40	16.67	4.29	22.89	13.60	9.75
大针茅 <i>Stipa grandis</i>	11.82	13.12	13.40	14.52	2.56	3.44	10.14	11.24	10.55
变蒿 <i>Artemisia commutata</i>	10.78	3.10	3.15	—	3.00	0.22	1.21	10.98	2.81
糙隐子草 <i>Cleistogenes squarrosa</i>	0.65	2.87	3.12	6.06	5.17	4.82	0.96	3.04	5.98
猪毛菜 <i>Salsola collina</i>	0.36	4.85	4.65	1.20	0.50	0.03	0.01	7.17	14.21
小叶锦鸡儿 <i>Caragana microphylla</i>	5.29	—	—	0.02	—	—	4.42	1.35	1.85
落草 <i>Koeleria cristata</i>	0.13	2.25	2.40	2.03	2.53	3.06	1.58	2.32	1.50
木地肤 <i>Kochia prostrata</i>	1.51	0.61	0.21	—	—	—	5.93	1.68	3.51
白藜 <i>Chenopodium album</i>	0.01	1.27	1.07	0.84	5.70	1.01	0.01	3.51	5.74
双齿葱 <i>Allium bidentatum</i>	—	0.19	0.28	1.59	1.12	0.77	1.86	2.24	1.61
阿尔泰狗娃花 <i>Heteropappus altaicus</i>	3.26	0.90	0.74	0.06	0.40	2.03	2.60	2.40	1.39
菊叶委陵菜 <i>Potentilla tanacetifolia</i>	0.94	4.62	2.64	0.17	0.59	0.23	0.14	0.10	0.25
星毛委陵菜 <i>Potentilla acaulis</i>	0.36	0.78	0.61	0.85	1.60	2.59	0.12	0.85	2.87
黄囊苔 <i>Carex korshinskii</i>	4.13	2.46	1.32	0.45	1.97	3.96	—	—	—
扁蓿豆 <i>Melissitus ruthenica</i>	0.22	0.55	0.34	0.16	0.64	0.09	4.13	1.44	0.78
麻花头 <i>Serratula centauroides</i>	6.00	0.32	1.68	—	—	—	—	0.35	—
防风 <i>Saposhnikovia divaricata</i>	0.15	0.44	0.30	0.26	0.12	0.11	1.40	0.20	0.32
花旗杆 <i>Dontostemon micranthus</i>	1.64	0.03	0.31	—	0.63	—	—	0.30	0.05
二裂委陵菜 <i>Potentilla bifurca</i>	0.05	0.06	0.76	0.06	0.05	1.94	—	0.03	0.04
克氏针茅 <i>Stipa krylovii</i>	—	—	—	—	—	3.37	—	—	—
旱麦瓶草 <i>Silene jcnisseensis</i>	0.33	0.33	2.24	—	—	0.08	0.45	—	—
山葱 <i>Allium senescens</i>	—	1.07	0.70	0.04	—	0.01	—	—	—
韭 <i>Allium ramosum</i>	—	0.01	0.01	0.01	—	0.09	—	—	0.01
细叶葱 <i>Allium tenuissimum</i>	0.10	0.47	0.32	0.13	—	0.03	0.53	0.27	0.23
西伯利亚羽茅 <i>Achnatherum sibiricum</i>	1.53	0.02	0.19	—	—	—	1.08	—	—
唐松草 <i>Thalictrum petaloideum</i>	—	0.36	0.20	0.08	0.12	0.53	—	0.04	0.07
瓦松 <i>Orostachys fimbriatus</i>	1.26	0.14	0.82	—	—	—	—	—	—
细叶鸢尾 <i>Iris tenuifolia</i>	—	—	0.19	1.62	0.08	0.03	—	—	—
葱 <i>Allium aristatum</i>	—	0.18	0.69	—	—	—	—	—	0.30
轴藜 <i>Axyris amaranthoides</i>	1.51	—	—	0.09	0.02	0.01	—	0.01	0.02
芯芭 <i>Cymbaria dahurica</i>	—	0.12	—	0.47	0.02	0.49	—	—	—
乳白花黄芪 <i>Astragalus galactites</i>	—	—	0.06	0.14	—	0.40	—	0.35	0.06
草芸香 <i>Haplophyllum dahuricum</i>	—	0.81	0.22	—	—	—	—	—	—
棘豆 <i>Oxytropis multifida</i>	—	—	0.27	—	—	0.14	—	—	—
细叶紫云英 <i>Astragalus melilotoides</i>	0.27	0.26	0.12	—	—	—	—	—	—
披针叶黄华 <i>Thermopsis lanceolata</i>	—	0.16	0.05	—	—	0.41	—	—	—
渐狭叶早熟禾 <i>Poa attenuata</i>	0.10	0.04	—	—	0.06	—	—	0.04	—

另外, 样地中还记录到下述植物 (仅出现在一二个样地中, 种群植物量极小): 矮葱 (*Allium anisopodium*), 长柱沙参 (*Adenophora stenanthina*), 钝叶瓦松 (*Orostachys malacophyllus*), 细裂白头翁 (*Pulsatilla tenuiloba*), 并头黄芩 (*Scutellaria scordiiifolia*), 狼毒 (*Stellaria chamaejasme*), 蒙古糙苏 (*Phlomis mongolica*), 狗尾草 (*Setaria viridis*), 山莓草 (*Sibbardia adpressa*), 裂叶荆芥 (*Schizonepeta multifida*), 小龙胆 (*Gentiana squarrosa*), 鹤虱 (*Lappula redowskyi*), 射干鸢尾 (*Iris dichotoma*), 展枝唐松草 (*Thalictrum squarrosus*), 轮叶委陵菜 (*Potentilla verticillaris*), 狭叶米口袋 (*Gueldenstaedtia stenophylla*), 柴胡 (*Bupleurum chinensis*), 华北蓝盆花 (*Scabiosa tschiliensis*)。

(二) 放牧空间梯度和恢复演替时间梯度上植物群落变化的对应性

根据表 1 中各个群落中植物种群的生物量比例, 求得群落间的相似系数见表 2, 相似系数公式为: $R_{jk} = \sum_i x_{ji} \cdot x_{ik} / (\sum_i x_{ji}^2 \cdot \sum_i x_{ik}^2)^{1/2}$, 其中 j, k 为样地群落或演替某一阶段群落的编号, i 为植物种号。

由表 2 可知, 放牧退化的羊草草原样地的群落与放牧空间梯度上的重牧和过牧地段

表 2 放牧空间梯度上羊草草原群落和恢复演替中羊草草原群落的相似性

Table 2 Similar coefficients of *Aneurolepidium chinense* communities on a grazing gradient and during restoration succession

相似系数 Similar coefficients	无牧 No	轻牧 Light	中牧 Moderate	重牧 Heavy	重牧 Heavy	过牧 Over-	恢复 7 年 7 years	恢复 3 年 3 years
轻牧 Light	0.928							
中牧 Moderate	0.839	0.958						
重牧 Heavy	0.450	0.647	0.822					
重牧 Heavy	0.368	0.552	0.730	0.948				
过牧 Over-	0.190	0.346	0.542	0.875	0.921			
恢复 7 年 7 years	0.818	0.905	0.894	0.638	0.563	0.283		
恢复 3 年 3 years	0.502	0.651	0.815	0.909	0.883	0.756	0.649	
未恢复 0	0.284	0.493	0.681	0.882	0.860	0.819	0.450	0.910

的群落相似性较大, 恢复演替 3 年后与中牧和重牧地段的群落相近似, 而恢复演替 7 年后与轻牧、中牧和无牧地段的群落一致。由此可见, 恢复演替过程中的羊草草原群落变化与放牧空间梯度上放牧由强到弱方向群落的变化相一致。这一点通过主分量分析可得到更加明显的结果 (图 2)。

图 2 为放牧空间梯度和恢复演替时间梯度上羊草草原群落的 PCA 排序图 (其第一、二轴的特征值比例为 0.73 和 0.20, 累计 0.93), 其直观地表示出群落恢复演替的方向 ($G \rightarrow H \rightarrow I$) 是与放牧空间梯度上放牧由弱到强的方向 ($A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F$) 相逆, 即与放牧由强到弱的方向一致。分析不同放牧强度地段和不同放牧演替 (退化恢复演替) 阶段的群落特征, 可知退化羊草草原恢复前的群落是处于过度或重度利用状态的, 为冷蒿 + 大针茅 (*Stipa grandis*) + 羊草 + 小禾草群落 (G, E, F); 恢复演替 3 年后的群落与中牧-重牧地段的群落较相近, 为冷蒿 + 羊草 + 冰草 (*Agropyron cristatum*) + 大针茅群落 (H, C, D); 恢复 7 年后的群落与轻牧地段的群落最相似, 为羊草 + 大针茅 + 冰草 + 小禾草群落 (I, B)。由此说明放牧退化草原恢复演替中群落的时间变化与放牧强度由

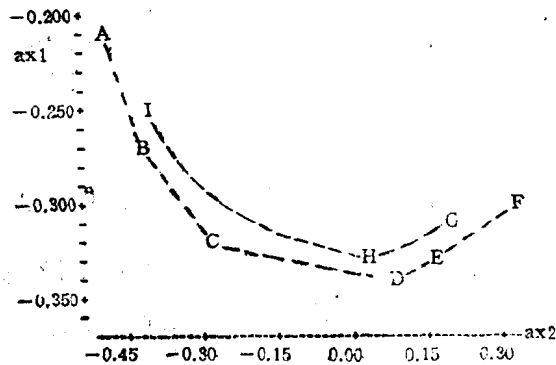


图2 放牧空间梯度和恢复演替时间梯度上羊草草原群落的主分量分析
Fig.2 PCA ordination of 6 sites (A, B, C, D, E, F) of *Aneurolepidium chinense* community on a spatial grazing gradient and 3 stages (G, H, I) on a temporal gradient of restoration succession

- | | |
|--------------------------|------------------------------|
| A. 无牧 (no grazing) | F. 过牧 (over-grazing) |
| B. 轻牧 (light grazing) | G. 恢复前 (no restoration) |
| C. 中牧 (moderate grazing) | H. 恢复3年 (3-year restoration) |
| D, E. 重牧 (heavy grazing) | I. 恢复7年 (7-year restoration) |

强到弱不同地段的群落空间变化有十分完好的对应性。并且由此可估计出所论退化羊草原恢复到轻度利用下的状态约需7年时间,恢复到地带性的顶极群落状态可能需要近10年的时间。

参 考 文 献

- [1] 李继侗、李 博、刘汝钱、富景瑞, 内蒙古呼伦贝尔谢尔塔拉种畜场的植被 (李继侗文集), 科学出版社, 1986。
- [2] 章祖同, 呼伦贝尔草原放牧对饮水点附近植被的影响, 东北西部及内蒙古东部第一次草原科学报告会论文集, 1960。
- [3] 李世英、肖运峰, 内蒙古呼盟莫达木吉地区羊草草原放牧演替阶段的初步划分, 植物生态学与地植物学丛刊, 1965, 3(2): 200—217。
- [4] 李永宏, 内蒙古锡林河流域羊草草原和大针茅草原在放牧影响下的分异和趋同, 植物生态学与地植物学学报, 1988, 12(3), 189—196。
- [5] 中国科学院内蒙古草原生态系统定位研究站, 草原生态系统研究, 第3集, 科学出版社, 1988。
- [6] Li Yonghong, Impact of grazing on *Aneurolepidium chinense* steppe and *Stipa grandis* steppe, Acta Oecologica/Oecol. Applic, 1989, 10 (1), 31—46。
- [7] Austin, M. P., O. B. W. William and L. Belbin, Grassland dynamics under sheep grazing in an Australian Mediterranean Climate, Vegetio., 1981, 47, 201—211。
- [8] Bosch, O. J. H., F. P. Janes and Von Ronsburg, Ecological status of species on grazing gradients on the shallow soils of western grassland in Southern Africa, J. of the Grassland Society of Southern Africa, 1987, 4, 143—147。

ACCORDANCE OF THE GRASSLAND DYNAMICS ON TEMPORAL GRADIENT OF RESTORATION SUCCESSION TO THEIR CHANGES ON SPATIAL GRADIENT OF GRAZING

Li Yonghong

(Institute of Botany, Academia Sinica, Beijing 100044)

Abstract

The methods of comparative sample plots were often used to study grassland succession, e.g., the communities under different grazing intensity were used to present the different stages of grazing succession. But we can hardly find researches on whether the stages of grazing succession accords with the series on different plots of grazing intensity. This paper focuses on the accordance of grassland dynamics with the spatial changes on grazing gradient. The typical steppe grassland dominated by *Aneurolepidium chinense* in Xilin Gol area of the Inner Mongolia (Fig.1) was chosen as the research object.

The divergent communities on a spatial gradient of grazing were studied with the method of comparative sample plots. Community features on the plots of over-, heavy, moderate, light and no grazing were investigated. The process of restoration succession of the degraded communities were observed over 7 years (1983—1989), and community dynamics were studied.

Based on the species composition and their dominance in communities, the relations between the communities on the spatial gradient of grazing and on the temporal gradient of restoration (communities during the different restoration stages) were revealed by principal component analysis (Fig.2). The result shows that the temporal changes of community features during its restoration accords well with its spatial changes on grazing gradient. The correspondent changes of *Aneurolepidium chinense* steppe grassland are as follows:

Comm. *Artemisia frigida* + *Stipa grandis* (*S. krylovii*) + lower grasses (on over- or heavy grazing plots, or no restoration) - Comm. *Artemisia frigida* + *Aneurolepidium chinense* + *Agropyron cristatum* + *Stipa grandis* (on moderate - heavy grazing plots, or through 3 years restoration) - Comm. *Aneurolepidium chinense* + *Stipa grandis* + *Agropyron cristatum* + lower grasses (on light grazing plots, or through 7 years restoration).

Key words Grazing gradient; Restoration succession; Accordance;

Aneurolepidium chinense

草原群落种群分布格局与土壤中几种速效性元素的相关性分析

杨 持 孙卫国 靳玉玺 包丽艳

(内蒙古大学生物系, 呼和浩特市 010021)

摘 要

本文探讨了土壤中速效性 K, Na, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn 与草原群落种群分布格局的相关性。研究表明: K, Na, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn 在不同的生境条件下的分布状况有着明显的差别。在稳定的羊草群落中, 8 种元素的分布较均匀, 与植物种群个体分布格局的相关性不明显; 在处于演替过程中的群落, 如在退化样地中虽然各种元素的平均含量都低于羊草样地, 但元素的分布却很不均匀, 与植物种群个体分布格局的相关性显著。

关键词 草原; 种群分布格局; 土壤速效性元素; 相关分析

前 言

植物群落中有一些种群的分布格局受到环境因素的影响。Kershaw (1958)^[3] 证明 *Agrostis tenqis* 形成平均直径 3.2m 的小块, 是土壤厚度决定的; 土壤水分、质地、土壤化学性、pH 值、元素含量所形成的生境格局也有不少资料。虽然国外已有不少工作, 但在国内这方面的报道还很少见到。本文只是对内蒙古典型草原区土壤中速效性 K, Na, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn 与羊草草原群落种群分布格局的相关性作初步探讨。

一、野外调查与实验室土壤元素含量测定

在中国科学院内蒙古草原生态系统定位研究站的羊草样地和围栏封育的退化样地进行了野外调查。

(一) 调查方法

1989 年 8 月在样地中随机放置 100m 样线, 依次记录 1, 3, 5, 7, …… 97, 99 每米线段内各种植物的数量; 同时在相应线段上用土钻取土样, 作法是在 1m 长的线段内均

匀地打 5 钻, 钻深 0—20cm, 将 5 钻取出的土混合装入布袋, 风干, 用孔径 2mm 的尼龙筛筛好, 装入纸袋备用。

(二) 土壤速效性元素含量的测定^[2]

1. K, Na, Ca, Mg (mg/100g土)

称取通过 2mm 孔径的风干土样 2.5g 于 150ml 三角瓶内 (同时称取两份做平行测定), 加入中性醋酸铵 25ml, 盖好瓶塞, 在室温下振荡 15 分钟, 立即过滤, 应用日本产 AA-670 型原子吸收分光光度仪测定^[1]。

2. Cu, Fe, Mn, Zn (ppm)

称取通过 2mm 孔径的风干土样 25g 于 150ml 三角瓶内 (同时称取两份做平行测定), 加入 pH=7.3 的 DTPA 浸提液 60ml, 盖好瓶塞, 在 20℃ 恒温条件下振荡 2 小时, 立即过滤, 应用日本产 AA-670 型原子吸收分光光度仪测定。

应用下面的公式计算含量

$$\text{速效性元素含量} = C \times \frac{V}{W} \times D$$

C: 待测液元素的测定浓度

V: 加入浸提液的量

W: 所称风干土的重量

D: 稀释倍数

将平行测定的两份计算值取平均, 作为该线段内本元素的含量。

二、数据计算

根据野外调查与室内测定结果, 按分析的要求将计算结果整理如下:

50 个样点各种群出现数量的平均值、标准差及变异系数 (见表 1); 50 个样点 8 种元素含量的平均值、标准差及变异系数 (见表 2)。

表中的 I, 代表羊草样地 (*Aneurolepidium chinense* grassland sample plot); II, 代表退化样地 (degraded grassland plot)。

三、结果分析

从表 1 可知:

(1) 由于所有种群在两个样地中的变异系数都大于 20%, 说明这些种群个体在线段上的分布都有密有疏, 呈现出集聚分布。

(2) 大针茅、落草、变蒿、黄蒿、瓣蕊唐松草等种群在两个样地中的个体数量相差不大, 变异系数也相近, 说明这些种群个体的分布在不同样地条件下无明显的差别。

(3) 羊草、米氏冰草、糙隐子草、冷蒿、二裂委陵菜等种群在两个样地上分布的差