

# 退化草地土壤农化性状与 微生物区系研究

龙章富

(四川省农业科学院土肥所,成都 610066)

刘世贵

(四川大学生物工程系,成都)

## 摘 要

通过对三种退化程度不同的草地土壤农化性状与微生物区系进行研究,结果表明,草地退化后,其土壤肥力水平、土壤微生物数量和微生物种类有随退化程度增高而下降(减少)的趋势;退化草地存在不同程度的营养元素比例失调,表现为少氮、缺磷、富钾和高有机质含量,且退化程度接近的草地间,在土壤微生物区系和农化性状有部分类似的特征。

**关键词** 退化草地,土壤农化性状,微生物区系

据统计,我国已有1/3草地发生沙化,且每年草地退化面积约有66.7万公顷<sup>[1]</sup>。素称全国五大牧区之一的川西北牧区,目前退化草地面积已占可利用草地面积的30%,牧草产量下降50%<sup>[2]</sup>,严重地影响着当地畜牧业的发展。

进行退化草地土壤微生物生态学等方面的研究,可探寻草地退化后其分解者亚系统的变动规律和活动状况,其研究成果可为更新复壮和改良退化草地提供土壤微生物学方面的理论依据,因而有重要的理论和实践意义。在国内,廖仰南等(1988)<sup>[3]</sup>和张桂枝等(1990)<sup>[4]</sup>曾对锡林河流域退化草地土壤酶活性和土壤微生物生物量进行研究,本文则主要报道退化草地土壤微生物区系等方面的研究结果。

## 1 材料与方 法

### 1.1 土样采集

研究用的退化草地有三种,即轻度退化的小嵩草草甸(*Kobresia pygmaea* meadow),中度退化的金露梅灌丛草地(*Dasiphora fruticosa* shrub),重度退化的华羊茅草地(*Festuca sinensis* grassland)。土类为亚高山草甸土。采样地点为四川省若尔盖县草原站附近和打更沟牧场。采样方法有多点混合取样法和土壤剖面取样法,各样点为3次重复,土样分别装入无菌试管或灭菌牛皮纸袋,冰箱0—4℃保存。

### 1.2 土壤农化性状分析<sup>1)</sup>

土壤含水量测定采用烘干法,pH值采用酸度计法,全氮含量用半微量凯氏定氮法,全磷(P)含量用钼锑抗法,全钾(K)含量用火焰光度法,有机质用重铬酸钾法。

### 1.3 土壤微生物计数

1) 由四川省农业科学院中心实验室测定。

收到修改稿日期: 1994-12-07

采用稀释平板法<sup>[5,6]</sup>,每种稀释度三次重复。细菌用牛肉膏蛋白胨琼脂,真菌用马丁氏孟加拉红琼脂。

#### 1.4 土壤微生物区系鉴定<sup>[7-11,14]</sup>

结合微生物计数进行分离,同时记录分离菌落的来源,稀释度、相似菌落特征的数目等,以便进行数量分析。纯化采用多次划线分离法,得到纯培养后按常规方法鉴定到属。

## 2 结果与讨论

### 2.1 退化草地土壤农化性状

表 1 表明,三种退化草地的 6 种农化性状基本上遵循随土壤深度的增加其含量减少的趋势。土壤氮、有机质的含量表现为小嵩草草甸草地 > 金露梅灌丛草地 > 中华羊茅草地。据四川省若尔盖县土壤普查资料,亚高山草甸土壤有机质含量一般为 95.0g/kg,但本研究中三种草地有机质含量都低于 95.0g/kg,相对而言,轻度退化的小嵩草草甸草地表土层有机质含量为 92.8g/kg,基本上达到一般水平,而退化程度较高的其它两种草地表土层有机质含量分别为 66.8 和 33.0g/kg,仅为一般水平的 70.3%和 34.7%。由于土壤有机质和氮含量是土壤肥力的重要指标,因此,由本结果可以看出,在草地退化后,其土壤肥力也随之降低,且降低的多少与草地退化程度有明显相关的趋势。

对营养元素比例进行分析发现,有机质与氮、磷、钾和 N/P 有随土层加深而减少的特点,而 K/N 和 K/P 却随土层加深而增大,这说明三种退化草地土壤营养元素比例也有明显的垂直分布规律。由表 2 可见,有机质含量与氮、磷、钾含量的比例均有随草地退化程度增高而降低的特点,表现为小嵩草草甸草地 > 金露梅灌丛草地 > 中华羊茅草地,而 K/N、K/P 则相反,这说明草地退化后其土壤营养元素比例也有一定规律性的变化。三种退化草地土壤营养元素比例失调,相对于有机质含量而言,有“少氮、缺磷、富钾、高有机质”的特点,这与刁治明等(1989)<sup>[12]</sup>的研究结果基本一致。

### 2.2 土壤微生物数量的垂直分布

表 1 结果表明,退化草地土壤微生物总数和细菌数量等也有明显的垂直分布规律,即表层土壤微生物数量最多,随土层加深而减少,这与非退化草地的土壤微生物垂直分布规律一致<sup>[13]</sup>;在三种退化草地中,微生物总数和细菌数量表现为小嵩草草甸草地 > 金露梅灌丛草地 > 中华羊茅草地,即有随退化程度增高,土壤微生物总数和细菌数量减小的趋势。另外,在三大类微生物数量上,细菌占绝对优势,真菌和放线菌居其次,且数量都相对较少。

### 2.3 退化草地土壤农化性状与微生物数量的相关性

研究结果表明了退化草地土壤微生物数量与土壤氮、有机质含量的相关性有随退化程度增高而增大的特点,即相关系数为中华羊茅草地 > 金露梅灌丛草地 > 小嵩草草甸草地,而这一结果与三种退化草地的土壤氮、有机质含量大小相反(表 3)。

中华羊茅草地土壤微生物数量与土壤氮、有机质含量的相关性达到显著或极显著水平,金露梅灌丛草地的细菌和微生物总数与土壤氮、有机质和磷含量呈显著或极显著相关,而小嵩草草甸草地土壤微生物总数和细菌数量与磷、钾含量和土壤含水量显著相关,

表 1 不同退化草地土壤农化性质与微生物数量

Table 1 The agrochemical properties and microorganisms in the soils of different degraded grasslands

( $\times 10^6$  cells / g dry soil)

草地类型 Grassland type	土壤层次 Soil depth (cm)	土壤含水量 Soil moisture (%)	全氮 Total N (g / kg)	全磷 Total P (g / kg)	全钾 Total K (g / kg)	有机质 O. M. (g / kg)	pH	微生物总数 Sum of micro- organisms	真菌数量 Number of fungi	放线菌数量 Number of actino mycetes	细菌数量 Number of bacteria
中华羊茅草地	0—15	28.0	2.80	0.98	20.9	33.0	6.2	231.326	2.470	1.667	227.189
	15—40	26.0	1.10	0.57	20.0	10.3	6.3	61.608	0.668	0.792	60.148
	40—60	22.3	0.60	0.48	1.87	5.33	6.4	39.180	0.495	0.142	38.543
	60—80	16.5	0.50	0.62	1.94	3.06	6.8	1.087	0.122	0.019	0.964
	80—110	11.3	0.50	0.60	10.98	2.09	6.1	0.208	0.036	0.010	0.162
金露梅灌丛	0—10	24.6	5.20	0.75	16.8	66.80	6.2	399.354	1.326	0.380	397.648
	10—20	23.7	4.40	0.65	16.8	51.40	6.3	259.031	0.481	0.154	258.396
	20—40	15.1	3.00	0.58	18.7	33.40	6.4	137.341	0.349	0.094	136.898
	40—55	14.0	1.60	0.46	19.1	15.10	6.8	13.911	0.078	0.078	13.755
小嵩草草甸	0—15	28.7	6.10	0.89	18.2	92.81	6.7	739.285	0.786	0.433	738.366
	15—40	26.9	5.70	0.75	17.8	87.90	5.8	488.533	0.286	0.054	488.193
	40—60	21.9	4.30	0.63	16.2	65.61	5.9	26.143	0.052	0.038	26.053
	60—80	18.8	2.10	0.51	16.1	37.49	6.2	1.560	0.034	0.005	1.521

表 2 退化草地不同土层营养元素比例

Table 2 The percentages of nutritional elements in different soil layers of degraded grasslands

草地类型 Grassland type	土壤深度 Soil depth (cm)	O. M. / N	O. M. / P	O. M. / K	N / P	K / N	K / P
中华羊茅 草 地	0—15	11.79	33.67	1.58	2.86	7.46	21.93
	15—40	4.36	18.07	0.52	1.93	18.18	35.09
	40—80	8.12	4.84	0.16	0.81	38.80	31.29
	80—110	5.92	4.93	0.15	0.83	39.60	33.00
金露梅灌 丛 草 地	0—10	12.85	89.07	3.98	6.93	3.23	22.40
	10—20	11.68	79.08	3.06	6.77	3.82	25.84
	20—40	11.33	57.39	1.79	5.17	6.23	32.24
小嵩草草 甸 草 地	40—55	9.44	32.83	0.79	3.48	11.94	41.52
	0—15	15.21	104.28	5.10	6.85	2.89	20.45
	15—40	15.42	117.20	4.94	7.80	3.12	23.73
	40—60	19.91	104.14	4.05	6.83	3.77	25.71
	60—80	17.85	73.51	2.34	4.12	7.62	31.37

表 3 土壤农化性状与微生物数量的相关性

Table 3 Correlations between soil agrochemical properties and soil microorganisms

项目 Item	草地类型 Grassland type	土壤含水量 Soil mixture					pH
		N	P	K	O. M.		
微生物总数	中华羊茅草地*	0.7705	0.9919	0.6746	0.7550	0.9959	-0.6147
	金露梅灌丛*	0.9295	0.9883	0.9947	-0.9196	0.9973	-0.9248
	小嵩草草甸*	0.9611	0.8666	0.9578	0.9893	0.8856	-0.8379
细菌数量	中华羊茅草地	0.7699	0.9918	0.8803	0.7645	0.9958	-0.3745
	金露梅灌丛	0.9297	0.9886	0.9947	-0.9200	0.9974	-0.9251
	小嵩草草甸	0.9611	0.8667	0.9578	0.9893	0.8856	-0.8379
真菌数量	中华羊茅草地	0.7705	0.9847	0.8817	0.7515	0.9946	0.1344
	金露梅灌丛	0.7946	0.8790	0.9276	-0.7606	0.9143	-0.7955
	小嵩草草甸	0.8692	0.7642	0.9312	0.8885	0.7766	-0.7734
放线菌数量	中华羊茅草地	0.8176	0.9776	0.8404	0.8369	0.9720	-0.3920
	金露梅灌丛	0.7921	0.8343	0.8784	-0.7484	0.8752	-0.7070
	小嵩草草甸	0.7455	0.6250	0.8543	0.7456	0.6561	-0.6935

\*  $n=4$ ,  $r=0.950$ ,  $p<0.05$ ;  $r=0.990$ ,  $p<0.01$ .\*\*  $n=5$ ,  $r=0.878$ ,  $p<0.05$ ;  $r=0.959$ ,  $p<0.01$ .

表 4 退化草地土壤微生物属及其数量

Table 4 The microorganism genera and their numbers in the soils of degraded grasslands

( $\times 10^4$  cells / g dry soil)

属名 Genus	小嵩草草甸	金露梅灌丛	中华羊茅草地	属名 Genus	小嵩草草甸	金露梅灌丛	中华羊茅草地
	<i>Kobresia</i> <i>pygmaea</i> meadow	<i>Dasiphora</i> <i>fruticosa</i> shrub	<i>Festuca</i> <i>sinensis</i> grassland		<i>Kobresia</i> <i>pygmaea</i> meadow	<i>Dasiphora</i> <i>fruticosa</i> shrub	<i>Festuca</i> <i>sinensis</i> grassland
<i>Bacillus</i>	50491.0	14641.9	16667.0	<i>Penicillium</i>	17.8	16.6	91.7
<i>Azotobacter</i>	8386.7	7240.0	1041.7	<i>Aspergillus</i>	15.4	70.6	74.9
<i>Micrococcus</i>	5610.0	3652.5	2777.8	<i>Alternaria</i>	2.8	15.3	40.4
<i>Cellulomonas</i>	3415.2	2946.7	388.9	<i>Sepedonium</i>	1.1	2.7	
<i>Proteus</i>	1262.3	3620.7	125.4	<i>Botryotrichum</i>	4.2	1.3	13.9
<i>Pseudomonas</i>	552.5	139.8	194.5	<i>Verticillium</i>	2.8	1.3	0.2
<i>Mycobacterium</i>	872.4	2397.8	416.7	<i>Fusarium</i>	16.4		2.5
<i>Acinetobacter</i>	841.5	1926.3	274.2	<i>Corethrospis</i>	12.3	4.1	17.8
<i>Microbacterium</i>	671.6	1526.7	438.9	<i>Hormoderndrum</i>	1.4	3.7	
<i>Flavobacterium</i>	571.6	379.6		<i>Streptomyces</i>	27.4	31.9	112.5
<i>Neisseria</i>	420.8	153.7		<i>Nocardia</i>	1.8		2.8
<i>Streptococcus</i>	120.6	750.0	113.9	<i>Chainia</i>			1.1
<i>Alcaligenes</i>	42.1		25.0	<i>Micropolyspora</i>	2.9	1.3	
<i>Enterobacter</i>	67.6	35.9	95.8	<i>Micromonospora</i>	10.9		8.1
<i>Cytophaga</i>	365.7	69.7	37.4	<i>Geodermatophilus</i>	0.2	3.7	36.5
<i>Staphylococcus</i>	67.2	127.8		Others	77.8	26.8	89.9
<i>Corynebacterium</i>	46.5	135.2	43.1	Total	73928.5	39935.4	23133.6

表5 不同退化草地土壤微生物优势菌属

Table 5 Predominant genera of soil microorganisms in different degraded grasslands

微生物种类 Microorganism kind	小嵩草草甸 <i>Kobresia pygmaea</i> meadow		金露梅灌丛 <i>Dasiphora fruticosa</i> shrub		中华羊茅草地 <i>Festuca sinensis</i> grassland	
	属名 Genus	百分率 Percentage (%)	属名 Genus	百分率 Percentage (%)	属名 Genus	百分率 Percentage (%)
细菌	<i>Bacillus</i>	68.382	<i>Bacillus</i>	36.821	<i>Bacillus</i>	73.362
	<i>Azotobacter</i>	11.358	<i>Azotobacter</i>	18.207	<i>Micrococcus</i>	12.227
	<i>Micrococcus</i>	7.598	<i>Micrococcus</i>	9.185	<i>Azotobacter</i>	4.585
	<i>Cellulomonas</i>	4.625	<i>Proteus</i>	9.105	<i>Mycobacterium</i>	1.834
	<i>Proteus</i>	1.710	<i>Cellulomonas</i>	7.410	<i>Cellulomonas</i>	1.732
	<i>Mycobacterium</i>	1.182	<i>Mycobacterium</i>	6.030	<i>Microbacterium</i>	1.932
	<i>Acinetobacter</i>	1.190	<i>Acinetobacter</i>	4.844	<i>Acinetobacter</i>	1.207
	<i>Microbacterium</i>	0.910	<i>Microbacterium</i>	3.838	<i>Pseudomonas</i>	0.856
真菌	<i>Penicillium</i>	22.646	<i>Aspergillus</i>	53.243	<i>Penicillium</i>	37.126
	<i>Fusarium</i>	20.865	<i>Penicillium</i>	12.519	<i>Aspergillus</i>	30.324
	<i>Aspergillus</i>	19.593	<i>Alternaria</i>	11.538	<i>Alternaria</i>	16.356
	<i>Corethrospis</i>	15.649	<i>Corethrospis</i>	3.092	<i>Corethrospis</i>	7.206
	<i>Botryotrichum</i>	5.344	<i>Hormoderndrum</i>	2.790	<i>Botryotrichum</i>	5.628
放线菌	<i>Streptomyces</i>	63.279	<i>Streptomyces</i>	83.947	<i>Streptomyces</i>	67.487
	<i>Mrcromonospora</i>	25.173	<i>Geodermatophilus</i>	9.737	<i>Geodermatophilus</i>	4.859

但与氮、有机质含量未达相关显著水平,这说明退化草地由于退化程度不同,其土壤微生物数量与土壤农化性状的相关性也不一致(表3)。

#### 2.4 退化草地的土壤微生物区系

川西北草地由于特殊生态环境的作用,其土壤微生物区系会与其他生态环境的有所不同。表4结果表明,三种退化草地土壤微生物区系有较大差异,表现为随退化程度增高土壤微生物种类减少。轻度退化的小嵩草草甸草地共鉴定出31个属,中度退化的金露梅灌丛草地有27属,而重度退化的中华羊茅草地为26属。若按各属微生物数量及所占百分率来考察优势菌属(表5),则轻度退化的草地与其他两种退化程度较高的草地有较大差异,而退化程度接近的两种草地中优势菌属类似。如小嵩草草甸草地与金露梅灌丛草地二者在退化程度上较为接近,其优势细菌属也基本一致,但又由于退化程度有一定差异,其优势真菌属和放线菌属的差异也明显。比较明显的差异还表现在优势菌属的数量百分比上,如芽孢杆菌属(*Bacillus*)都为三种退化草地的第一优势细菌属,其所占细菌总数的百分比分别为68.38、36.82、73.36%(表5);链霉菌属各种类群在三种退化草地中也有明显差异(表6)。轻度退化的小嵩草草甸草地有8个类群,其优势类群为白孢类群和灰褐类群,分别占该属数量的48%和16%,中度退化的金露梅灌丛草地链霉菌属有7个类群,以淡紫灰类群和灰红紫类群最多,所占比例为38%和33%,而重复退化的中华羊茅草地链霉菌属仅有6个类群,以灰红紫和金色类群数量最多,所占比例为65%和24%(表6)。

表6 不同退化草地土壤链霉菌属组成变化

Table 6 Groups of soil streptomycetes in different degraded grasslands  
( $\times 10^4$  cells / g dry soil)

类群 Group	小嵩草草甸 <i>Kob. pygmaea</i> meadow		金露梅灌丛 <i>Das. fruticosa</i> shrub		中华羊茅草地 <i>Fes. sinensis</i> grassland	
	数量 Number	百分率 Percentage (%)	数量 Number	百分率 Percentage (%)	数量 Number	百分率 Percentage (%)
白孢类群	13.215	48.0	1.33	4.0	1.83	2.0
淡紫灰类群	1.510	6.0	12.15	38.0	2.62	3.0
粉红孢类群	2.050	7.0	0.79	2.0	2.15	2.0
金色类群	1.400	5.0	3.98	12.0	27.03	24.0
灰红紫类群	0.800	3.0	10.66	33.0	73.06	65.0
灰褐类群	1.200	4.0			0.15	0.10
灰褐类群	4.300	16.0	1.92	6.0		
吸水类群	0.700	3.0	0.97	3.0	5.01	0.40

### 3 结论

1. 三种退化草地的土壤农化性状与土壤微生物数量的垂直分布都有较大相关性。重度退化草地土壤微生物数量与土壤氮、有机质含量呈显著或极显著相关, 而轻度退化草地的这种相关性不显著。

2. 草地退化引起土壤肥力水平下降, 土壤微生物数量减少。

3. 退化草地存在不同程度的“少氮、缺磷、高有机质”问题, 这种营养元素比例失调的状况是退化草地的一大特征。

4. 草地退化后, 引起土壤微生物区系发生较大变化, 且与退化程度有一定相关性。退化程度高的草地, 土壤微生物不仅数量少, 而且种类也少; 而退化程度低的草地土壤微生物种类和数量均多。不同退化程度草地土壤微生物的优势菌属和同一优势菌属的不同类群也有明显差异, 尤其是各属或类群数量所占微生物数量比例上, 但退化程度接近的草地表现出部分类似的土壤微生物区系特征。

### 参 考 文 献

1. 赵其国, 1991: 土地退化与防治。土壤, 第 23 卷 1 期, 57—60 页。
2. 李才国, 1992: 牧区草地建设战略研究(专题报告之二)。四川草原, 第 2 期, 33 页。
3. 廖仰南等, 1988: 锡林河流域退化草场羊草根际土壤酶活性的初步研究。内蒙古大学学报(自然科学版), 第 19 卷 1 期, 42—48 页。
4. 张桂枝等, 1990: 锡林河流域退化草场土壤微生物生物量的初步研究。中国草地, 第 1 期, 37—39 页。
5. 中国科学院南京土壤所微生物室编著, 1985: 土壤微生物研究法。科学出版社。
6. 许光辉、郑洪元主编, 1986: 土壤微生物分析方法手册。农业出版社。
7. 中国科学院微生物所细菌分类组编著, 1978: 一般细菌常用鉴定方法。科学出版社。
8. 中国科学院微生物研究所放线菌分类组编著, 1975: 链霉菌鉴定手册。科学出版社。
9. 魏景超, 1979: 真菌鉴定手册。上海科学出版社。
10. 张纪忠编, 1990: 微生物分类学。复旦大学出版社。
11. 周德庆主编, 1986: 微生物实验手册。上海科技出版社。
12. 刁治明等, 1989: 海晏县天然草地土壤微生物区系及生物学特性的初步研究。青海师范大学学报(自然科学版), 第 3 期, 1—8 页。
13. 廖仰南等, 1988: 内蒙古草原土壤微生物生态学研究。草原生态系统(第一集)。科学出版社, 166—194 页。
14. Buchaman, R. E. *et al.*, 1974: *Bergeys Manual of Determinative Bacteriology*, 8th ed. Williams and Wilkins Co., Baltimore.



## SOIL AGROCHEMICAL PROPERTIES AND MICROBIOTA OF DERADED GRASSLANDS

Long Zhangfu

(Soil and Fertilizer Institute, Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Chengdu 610066)

Liu Shigui

(Department of Biological Engineering, Sichuan University Chengdu)

### Summary

The soil agrochemical properties and microbiota of three degraded grasslands (*Kobresia pygmaea* meadow, *Dasiphora fruticosa* shrub and *Festuca sinensis* grassland) were studied. The main results are summarized as follows: (1) There existed obvious vertical distribution of the contents of N, P, K, organic matters and pH value as well as microorganism numbers in the soils. Soil agrochemical properties were significantly correlated with soil microorganism numbers. (2) Soil fertility and the numbers of soil microorganisms, decreased with grassland degradation. (3) N and P were deficient but K and organic matter were rich in soils of the three degraded grasslands. And (4) The soil microbiota varied obviously with grassland degradation. Weakly degraded grassland had more soil microorganism genera than the strongly degraded one, and the microbiota were similar in the grasslands with the similar degradation degrees.

**Key words** Degraded grassland, Soil microbiota, Soil agrochemical properties