

川西北退化草地土壤微生物 生化活性的初步研究

龙 章 富

(四川省农科院土壤肥料研究所, 610066)

刘 世 贵

(四川大学生物工程系, 610064)

摘 要

通过对川西北三种不同退化程度的几种土壤的生化活性大小及其相关性进行研究, 结果表明, 草地退化后其土壤生化活性受到不同程度的影响, 其影响明显地与退化程度有关; 土壤生化活性大小有随退化程度增高而减小的趋势, 但差异并非都达到统计学上的显著性, 而土壤生化活性间的相关性则显著地与草地退化程度有关, 说明退化草地其土壤微生物间的协同作用受到显著影响, 从而影响其土壤碳氮循环代谢途径, 降低土壤肥力水平。

关键词 退化草地, 土壤微生物, 生化活性

据有关资料统计, 全世界受沙漠化影响的草原面积已达 $3.1 \times 10^7 \text{km}^2$, 占草原总面积的 86%^[6]。我国在半干旱农牧交错地区已有 $8.67 \times 10^7 \text{ha}$ 草地发生沙化, 约占全国草地的 1/3, 且每年退化的面积约有 $6.67 \times 10^5 \text{ha}$ ^[1]。川西北牧区(四川甘孜、阿坝两州)素称全国五大牧区之一, 地处西藏高原的东缘地段, 草地面积为 $1.39 \times 10^7 \text{ha}$, 可利用面积为 $1.22 \times 10^7 \text{ha}$, 是放牧畜牧业的重要商品基地^[2]。但由于自然和人为的因素, 致使草地逐渐退化。1990 年川西北牧区的载畜量达 6.32×10^6 个羊单位, 超过理论载畜量达 1.76×10^6 个羊单位, 超载率高达 39%, 目前退化草地面积已占可利用面积的 30%, 牧草产量下降 50%^[3], 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化活性研究, 可以探寻草地退化后其土壤微生物的活动状况和变动规律, 其研究结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。

一、材料与方 法

(一) 材料

试验区设在四川省若尔盖县草原站附近未进行圈栏封育及分区轮牧等治理措施的退化天然草地和割草场。天然草地为金露梅灌草地 (*Dasiphora fruticosa shrub*) 和小嵩草草甸草地 (*Kobresia pygmaea meadow*); 割草场为栽培八年、赤施肥灌水的中华羊茅草地 (*Festuca sinensis grassland*), 它们的退化程度大小为中华羊茅草地 > 金露梅灌丛 > 小嵩草草甸; 土类为亚高山草甸土; 采样深度为 0—30cm, 每种草地各采 4 个样点; 采样时间为 1991 年 9 月。

(二) 方法

土壤微生物生化活性测定方法按文献[4]进行。

氨化作用采用溶液培养法, $\text{NH}_3\text{-N}$ 含量用半微量蒸馏法^[5]; 硝化作用采用溶液培养法, 用比色测定 $\text{NO}_2\text{-N}$ 减少量; 纤维素分解作用采用埋片法分析布条失重量; 固氮作用采用土壤培养法分析土壤全氮增加量; 酚分解作用采用苯酚作基质, 用比色法测定其减少量; 呼吸作用采用碱吸收滴定法, 计算 CO_2 释放量。

纤维素酶活性: 以羧甲基纤维素 (CMC) 为基质, 蒽酮比色法测定葡萄糖增加量; 蔗糖酶活性: 以蔗糖为基质, 磷钼酸比色法测定释放的葡萄糖量; 多酚氧化酶: 以邻苯三酚为基质, 比色法测定生成的红紫精; 过氧化氢酶: 以 H_2O_2 为基质, 用 KMnO_4 滴定; 脲酶活性: 以尿素为基质, 比色测定释放的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 含量; 以蛋白酶活性: 偶氮酪素为基质, 比色测定其水解量。

二、结果与讨论

(一) 不同程度退化草地的土壤微生物活性

土壤微生物参与土壤中物质的转化与能量的流动, 在各理生类群的协调作用下维持着整个生态系统的平衡; 当土壤或草地退化时, 其土壤微生物活性发生变化, 这些变化与退化程度有关。表 1 表明, 草地的固氮作用, 纤维素分解作用以退化程度低的小嵩草草甸 > 退化程度中等的金露梅灌丛 > 退化程度高的中华羊茅草地。统计分析结果表明, 三种退化程度不同的草地呼吸作用强度无显著差异, 而在固氮作用方面都有显著差异。退化程

表 1 不同退化程度草地土壤微生物活性

Table 1 Microorganism activities in the soils of different degenerated grasslands

植被类型 Vegetation type	氨化作用 Ammonifi- cation ($\text{NH}_4\text{-N}$ mg/g dry soil)	硝化作用 Nitrifi- cation (%)	纤维素分解作用 Cellulose decomposition (%)	呼吸作用 Respiration (CO_2 mg/g dry soil, 24h)	固氮作用 Nitrogen fixation ($\text{NH}_3\text{-N}$ mg/g dry soil, 15 days)	酚分解作用 Phenol decomposition (Phenol mg/g dry soil, 24h)
中华羊茅	2.314	75.9	3.60	0.2506	0.991	1.6176
	2.213	74.5	3.163	0.2444	0.865	1.5750
	1.832	65.9	3.156	0.2338	0.854	1.5702
	1.562	65.2	2.733	0.2238	0.813	1.4753
金露梅丛	1.953	38.6	14.40	0.2335	1.205	2.2026
	1.624	38.5	11.86	0.2329	1.136	2.1345
	1.562	38.1	11.30	0.2278	1.068	2.1280
	1.041	38.1	9.96	0.2114	0.987	2.0729
小嵩草草甸	3.255	74.1	14.561	0.2466	1.458	1.5831
	2.634	63.2	12.675	0.2110	1.362	1.5468
	1.955	62.3	12.576	0.2055	1.358	1.5468
	1.823	57.9	10.696	0.1788	1.219	1.5104

度低的与高的草地在纤维素分解作用上还存在极显著差异; 退化程度低的与中等的草地在氨化作用、硝化作用和酚分解作用上也有极显著差异; 而退化程度中等的与高的草地则在纤维素分解作用、酚分解作用和硝化作用上有极显著差异, 且在氨化作用上也有显著差异。这些差异说明, 草地退化与植物群落结构变化、肥力水平降低、土壤结构和质地变坏

等水、肥、气、热状况的改变有关。

为进一步了解退化草地微生物活性间协同作用的状况,对试验结果进行了相关性分析。结果表明(表 2),纤维素分解作用与硝化作用、固氮作用、酚分解作用以及固氮作用与纤维素分解作用、呼吸作用、酚解作用的相关性大小是退化程度低的>中的>高的草地。三种退化草地在酚分解作用与纤维素分解作用间都有显著相关或极显著相关的特点。退化程度低的和中的草地还存在酚分解作用与固氮作用都显著或极显著相关。这些相关性意味着川西北亚高山草甸土草地的退化,影响了土壤微生物间的相互依赖关系,从而可能影响了草原生态系统的碳、氮循环。

表 2 不同退化草地土壤微生物活性间的相关性

Table 2 Correlations among microorganism activities in the soils of different degenerated grasslands

项目 Item	退化程度 Degenerative degree	氨化作用 Ammonification	硝化作用 Nitrification	纤维素分解作用 Cellulose decomposition	呼吸作用 Respiration	固氮作用 Nitrogen fixation
硝化作用	高	0.9952				
	中	0.9917				
	低	0.9351				
纤维素分解作用	高	0.8922	0.8458			
	中	0.9506	0.8530			
	低	0.8930	0.9646			
呼吸作用	高	0.9963	0.9833	0.9277		
	中	0.9410	0.7552	0.8012		
	低	0.9332	0.9828	0.9943		
固氮作用	高	0.8343	0.7960	0.9498	0.8675	
	中	0.9669	0.9211	0.9617	0.9103	
	低	0.8571	0.9193	0.9903	0.9741	
酚分解作用	高	0.9017	0.8576	0.9646	0.9309	0.8365
	中	0.9762	0.6971	0.9918	0.8497	0.9626
	低	0.8861	0.9604	0.9999	0.9924	0.9920

图 1 是退化程度不同的草地土壤微生物活性间的显著相关图。由图可见,草地退化是影响草地土壤微生物活性间的协同作用的重要原因之一。图 1c 显示出退化程度低的小嵩草草甸草地土壤微生物间相互依赖,协同完成碳、氮循环,且有以酚分解作用和纤维素分解作用为中心的特点,这一点保证其有机质合成与积累得以顺利进行;而图 1a、b 则表明退化程度较高的草地其土壤微生物活性间的协同作用较差。

(二) 不同退化草地土壤酶活性

退化程度不同的草地中,土壤酶活性大小的分析结果(表 3)显示出:其顺序为草地退化程度低的>中的>高的,但差异并非都达到统计学上的显著性。如三种退化草地在蛋白酶活性间存在显著差异,但纤维素酶和脲酶活性却差异不明显。另外,退化程度低的与中的草地在多酚氧化酶、过氧化氢酶活性间有极显著差异;退化程度低的与高的草地在

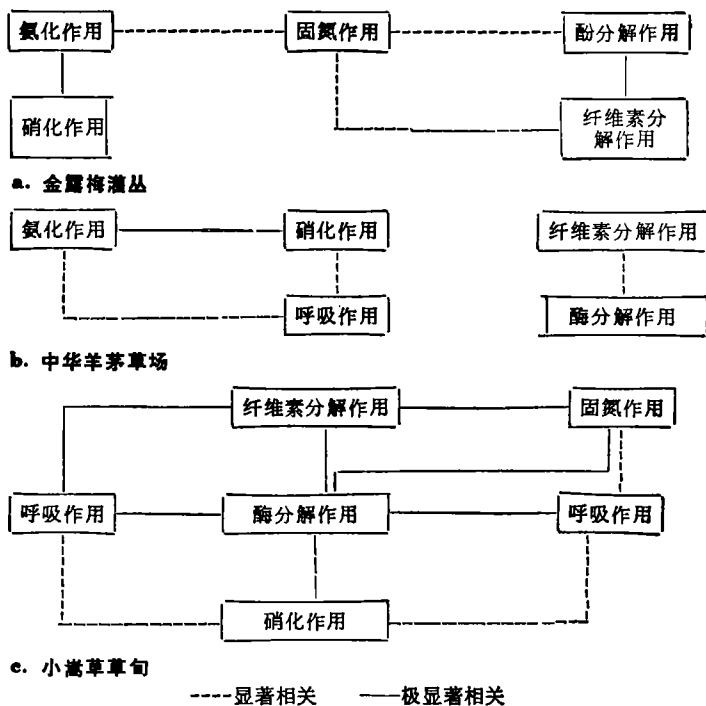


图1 不同退化草场土壤微生物活性间相关图

Fig. 1 Maps of correlations among soil microorganism activities in different degenerated grasslands

表3 不同退化草地土壤酶活性

Table 3 Enzymatic activities in the soils of different degenerated grasslands

植被类型 Vegetation type	纤维素酶 Cellulase (Cellulose mg/g dry soil, 24h)	蔗糖酶 Sucrase (Glucose mg/g dry soil, 24h)	脲酶 Urease (NH ₃ - N mg/g dry soil, 24h)	多酚氧化酶 Polyphenol oxidase (Purpu- rogallin mg/g dry soil, 1h)	过氧化氢酶 Catalase (0.1N KMnO ₄ ml/g dry soil, 24h)	蛋白酶 Protease (Azocasein mg/g dry soil, 24h)
中华羊茅	1.675	8.5625	2.1685	0.1501	12.375	2.375
	1.114	8.3125	1.7876	0.1443	9.875	1.625
	1.0675	6.6813	1.6293	0.1414	7.875	1.575
	1.02	6.625	1.5824	0.1384	7.875	1.05
金露梅灌丛	2.320	15.9494	2.5105	0.2228	9.875	3.25
	1.4675	14.0505	1.4363	0.2091	8.875	2.50
	1.212	11.3354	1.1279	0.2055	6.875	2.375
	1.004	10.7152	0.914	0.1991	6.875	2.250
小嵩草草甸	2.0875	19.198	2.6847	0.1678	18.375	2.325
	1.5450	18.560	1.8305	0.1522	17.875	1.75
	1.5258	17.808	1.7213	0.1467	17.875	1.63
	1.4040	15.274	1.6186	0.1422	15.875	1.50

蔗糖酶和过氧化氢酶活性间有极显著差异；退化程度中的与高的草地在多酚氧化酶和蔗糖酶活性间有极显著差异。这些结果表明草地退化导致了蛋白酶、过氧化氢酶和蔗糖酶活性显著下降，直接影响草地的碳氮代谢，导致土壤肥力水平降低。

对退化草地土壤酶活性间进行相关性分析,发现土壤酶活性间的相互协调关系也与土壤微生物活性一样受到不同程度的破坏,且退化程度高的受破坏程度大,退化程度低的受破坏程度小(表 4)。由不同退化草地土壤酶活性间的相关图(图 2)看出,在退化程度低的小嵩草草甸与退化程度中等的金露梅灌丛草地都显示出多酚氧化酶、脲酶、纤维素酶

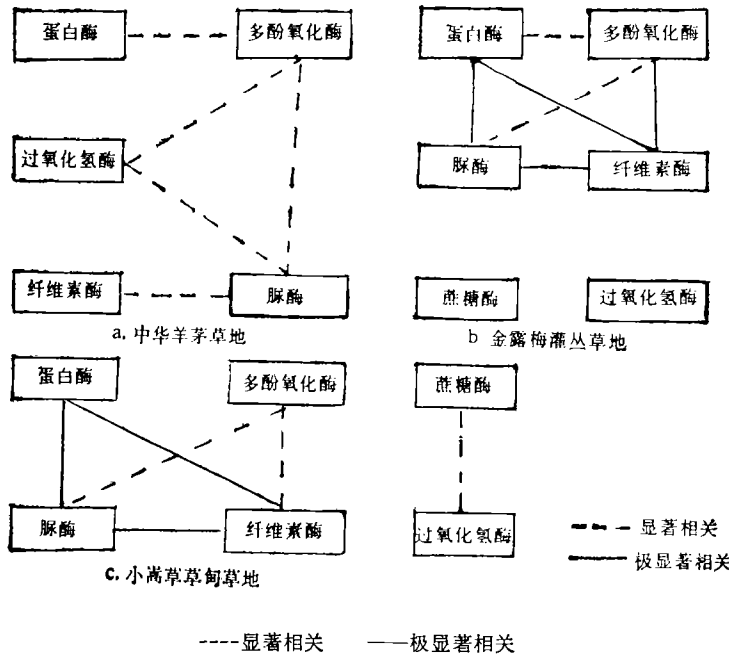


图 2 不同退化草地土壤酶活性间相关图

Fig. 2 Maps of correlations among soil enzymatic activities in different degenerated grasslands

和蛋白酶活性之间相互依赖程度较高,而蔗糖酶和过氧化氢酶则相对地独立,但两者又相互依赖,互相影响。退化程度高的中华羊茅草地则不同,其土壤酶活性间的协调关系几近破坏。

(三) 退化草地土壤酶与微生物间的相关性

相关分析结果表明,纤维素酶与氨化作用、硝化作用;过氧化氢酶与纤维素分解作用、酚分解作用;蔗糖酶与酚分解作用;蛋白酶与硝化作用的相关性均为退化程度低的>中的>高的草地。固氮作用与纤维素酶、脲酶、多酚氧化酶和蛋白酶;氨化作用与过氧化氢酶、蔗糖酶;硝化作用与蔗糖酶;纤维素分解作用与蛋白酶活性的相关性是退化程度高>中的>低的草地。纤维素分解作用与纤维素酶和蔗糖酶,酚分解作用与多酚氧化酶和蛋白酶,固氮作用与蔗糖酶活性的相关性则为退化程度中的>低的>高的草地(表 5)。这说明退化草地由于退化程发的不同,土壤微生物活性与土壤酶活性间的相互依赖程度也不一样。退化程度低的小嵩草草甸草地其土壤酶活性与硝化作用、氨化作用的依赖性最大,中度退化的金露梅灌丛草地则与纤维素分解作用、酚分解作用和固氮作用相互依赖,而退化程度高的中华羊茅草地则与固氮作用、氨化作用、硝化作用和纤维素分解作用相互依赖。由此初步表明,小嵩草草甸的土壤酶活性主要与氮素代谢途径显著相关;金露梅灌

表 4 不同退化草地土壤酶活性间的相关性
Table 4 Correlations among soil enzymatic activities in the soils of different degenerated grasslands

项目 Item	退化程度 Degenerative degree	蔗糖酶 Sucrase	多酚氧化酶 Polyphenol oxidase	过氧化氢酶 Catalase	脲酶 Urease	蛋白酶 Protease
纤维素酶	高	0.7328	0.9292	0.9380	0.9759	0.9261
	中	0.9464	0.9925	0.9191	0.9995	0.9944
	低	0.7311	0.9782	0.6880	0.9965	0.9929
蔗糖酶	高		0.8931	0.9211	0.8631	0.7884
	中		0.9465	0.9933	0.9409	0.9099
	低		0.8166	0.9814	0.7048	0.7737
多酚氧化酶	高			0.9693	0.9782	0.9785
	中			0.9096	0.9886	0.9795
	低			0.7499	0.9806	0.9956
过氧化氢酶	高				0.9886	0.9079
	中				0.9150	0.8811
	低				0.6450	0.7144
脲酶	高					0.9450
	中					0.9966
	低					0.9943

表 5 不同退化草地土壤酶活性与微生物活性间的相关性
Table 5 Correlations among microorganism activities and enzymatic activities in the soils of different degenerated grasslands

项目 Item	退化程度 Degenerative degree	氨化作用 Ammonification	硝化作用 Nitrification	纤维素分解作用 Cellulose decomposition	呼吸作用 Respiration	固氮作用 Nitrogen fixation	酶分解作用 Phenol decomposition
纤维素酶	高	0.7538	0.7362	0.8789	0.7860	0.9838	0.7167
	中	0.8821	0.8688	0.9864	0.7066	0.9284	0.9577
	低	0.9138	0.9907	0.9174	0.9486	0.8592	0.9162
蔗糖酶	高	0.9596	0.9996	0.7696	0.9378	0.7773	0.9398
	中	0.8742	0.9803	0.9391	0.7915	0.9668	0.9071
	低	0.8247	0.8173	0.9350	0.9092	0.9667	0.9314
多酚氧化酶	高	0.9408	0.9005	0.9615	0.9587	0.9715	0.8967
	中	0.9327	0.8644	0.9990	0.7814	0.9579	0.9854
	低	0.9766	0.9887	0.9417	0.9721	0.8960	0.9362
过氧化氢酶	高	0.8998	0.9214	0.8669	0.9050	0.9437	0.7512
	中	0.8140	0.9928	0.8976	0.7614	0.9338	0.8542
	低	0.8269	0.7779	0.9198	0.8777	0.9624	0.9210
脲酶	高	0.8707	0.8660	0.9057	0.8884	0.9810	0.7797
	中	0.8680	0.8625	0.9814	0.6848	0.9171	0.9498
	低	0.9281	0.9821	0.8937	0.9338	0.8295	0.8908
蛋白酶	高	0.8872	0.8006	0.9937	0.9213	0.9787	0.9196
	中	0.8454	0.8199	0.9720	0.6593	0.8858	0.9394
	低	0.9554	0.9928	0.9294	0.9623	0.8760	0.9255

丛草地则主要与碳素循环显著相关, 而退化程度高的中华羊茅草地则主要与氮素循环显著相关, 同时又与碳素循环中的纤维素分解作用显著相关。这一结果对治理退化草地有参考意义, 似可根据不同退化草地的土壤微生物活动状况来选定其治理改良方案。就试验区的三种退化草地而言, 小嵩草草甸草地应重在改善氮素循环条件, 金露梅灌丛草地则重点在改善碳素循环(纤维素分解作用和酚分解作用)条件上, 对于中华羊茅草地则不仅要考虑改善氮素途径, 而且还要考虑纤维素分解作用强度的提高。

参 考 文 献

1. 赵其国, 1991: 土地退化及其防治。土壤, 第 23 卷 1 期, 57—60 页。
2. 张家盛, 1989: 七年奋斗摸清四川草地资源。草业科学, 第 6 卷 2 期, 24—27 页。
3. 李才旺, 1992: 牧区草地建设发展战略研究(专题报告之二)。四川草原, 第 2 期, 33 页。
4. 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。
5. 中国科学院南京土壤所微生物编, 1985: 土壤微生物研究法。科学出版社。
6. Gaafer Karrer et al, 1984: The global status and trend of desertification. Journal of Arid Environments, No. 4, pp. 309—312.

PRELIMINARY STUDY ON SOIL BIOCHEMICAL ACTIVITIES OF DEGENERATED GRASSLANDS IN NORTHWESTERNE SICHUAN, CHINA

Long Zhangfu

(Soil and Fert. Inst., Sichuan Acad. of Agri. Sci., 610066)

Liu Shigui

(Biotechnology Department, Sichuan University, 610066)

Summary

A study was made on 12 soil biochemical activities in three degenerated grasslands (*Dasiphora fruticosa* shrub, *Kobresia Pygmaea* meadow and *Festuca sinensis* grassland) of the northwestern Sichuan in China. Results show that the soil biochemical activities and the correlations among them were influenced significantly by the degree of grassland degeneration. Soil biochemical activities, especially cellulose decomposition, nitrogen fixation and protease activities, in the grasslands decreased with the degree of grassland, though the differences were not statistically significant. But the correlations among biochemical activities of the soils were significantly correlated with the degree of grassland degeneration. The worse degenerative grassland, *Festuca sinensis* grassland showed no such significant correlations among the 12 soil biochemical activities.

Based on the research results considered that the measures for the improvement and amelioration of degenerated grasslands should be adopted according to the soil ecological changes and the correlations among soil biochemical activities.

Key words Degenerated grassland, Soil microorganism, Biochemical activity