

青海湖北岸退化草地和封育草地中钾、钙、镁等 矿质常量元素特征

李天才^{1,2}, 陈桂琛², 曹广民², 张德罡^{1*}

(1. 甘肃农业大学草业学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 中国科学院西北高原生物研究所, 青海 西宁 810008)

摘要: 矿质元素是植物生长发育必需的营养, 为明确其在退化草地植物中发生的变化, 选择青海湖北岸同类型退化草地和围栏封育草地为试验样地, 通过对各类型草地植物中钾、钙、镁等矿质元素的对比分析, 阐述退化草地和封育草地植物中矿质元素特征, 揭示草地退化与其中矿质元素营养之间的相关关系。结果表明: 退化草地与封育草地上植物和土壤中矿质元素含量具有明显差异, 退化草地较封育草地上植物和土壤中矿质元素营养具有蓄积增加的趋势, 这是草地退化的结果, 是退化草地“加速”退化的原因, 是生物矿质元素营养的一种“饥饿效应”, 也是生物对环境变化的一种“应急”响应。随着海拔高度的逐渐增加, 青海湖北岸自南向北退化草地植物中矿质元素营养蓄积具有逐渐增大的特征, 因为海拔低处的自然环境更有利于大多数植物的生长发育。

关键词: 退化草地; 封育草地; 矿质元素; 钾; 钙; 镁; 青海湖

中图分类号: S812

文献标识码: A

文章编号: 1007-0435(2011)05-0752-08

Characteristics of Mineral Elements K, Ca, Mg in Degraded Grassland and Enclosure Grassland on the North Bank of Qinghai Lake

LI Tian-cai^{1,2}, CHEN Gui-chen², CAO Guang-min², ZHANG De-gang^{1*}

(1. College of Pratacultural Science, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu Province 730070, China;

2. Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Science, Xining, Qinghai Province 810008, China)

Abstract: Natural grassland degradation in drainage areas of Qinghai Lake is very serious. The mineral elements are essential nutritions for plant growth. To illuminate the dynamics of mineral elements in plants with grassland degradation, sample materials were collected from degraded grassland and fence-enclosed grasslands on north banks of Qinghai Lake. Mineral elements (K, Ca and Mg) of plants from different types of both degraded and enclosed grassland are investigated through comparative analysis to reveal the correlation between grassland degradation and mineral nutrition. Results show that the mineral contents of plants and soil in degraded grassland are quite different from those in enclosed grassland. Compared with the enclosed grassland, mineral elements in degraded grassland plants and soil have a trend to accumulate, which is a result of grassland degradation. And then this accumulation accelerates grassland degradation. Mineral element accumulation of degraded grassland plants is a “Biological effects of starvation” and an “emergency” response for environmental variations.

Key words: Degraded grassland; Enclosed grassland; Mineral elements; K; Ca; Mg; Qinghai Lake

青海湖流域地处青藏高原东北部, 近几十年来由于全球气候变化以及各种人类活动的综合影响, 尤其是人为开垦、过度放牧等不合理利用, 草地退化极为严重, 畜牧业生产效益低下^[1]。青藏高原的高寒草地退化后植被类型和分布特征、草地土壤结构和理化性质等均发生严重改变^[2]。围栏封育是草地

改良、提高草地生产力的有效途径^[3-5], 已成为青海湖地区退化草地恢复的重要措施之一^[6]。然而长期的围栏封育虽然提高了草原群落的盖度和生产力, 却降低了群落物种丰富度和多样性、相似性^[7,8], 改变了植物种群的分佈格局^[9]。

矿质元素在草地生态系统中具有重要的生理生

收稿日期: 2011-04-02; 修回日期: 2011-07-11

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2007BAC30B04)资助

作者简介: 李天才(1966-), 男, 青海乐都人, 副研究员, 从事草地资源与生态学研究, E-mail: teli@nwpb.ac.cn; * 通信作者 Author for correspondence, E-mail: zhangdg@gasu.edu.cn

态学意义^[10]。矿质元素是动植物最重要的营养元素,当必需的矿质元素缺乏时,动植物生长发育将受到严重影响,甚至出现各种疾病和死亡^[11]。当某一种元素在土壤含量较多时又会在植物体内较多地积累^[12,13]。牧草中矿质营养的高低是评价牧草优良的重要指标,长期以来矿质元素含量也是牧草育种的重要标准^[14]。封育草地相对于退化草地的植被类型、土壤结构等生态环境发生了很大改变,相应草地上植物生长发育所必需的矿质元素营养需求及其分布特征也将发生变化。然而,退化草地采取围栏封育恢复措施后,草地植物中矿质常量元素将会发生怎样的变化呢?

选择青海湖北岸的河边滩地、那仁火车站、烂泥湾等样地内的退化草地和封育恢复草地为试验样地,通过对各类型草地在不同海拔高度下其优势种和主要伴生种植物中矿质常量元素(K, Ca, Mg, P)的对比分析,研究退化草地和封育恢复草地植物中矿质元素特征,揭示草地退化与其中矿质元素营养之间的相关关系,明确草地植物中矿质元素对于草地生态系统的敏感性及其响应特征,探讨退化草地中矿质元素的改变是草地退化的原因还是结果,这将为天然草地保护、退化草地恢复、草地资源的可持续利用以及草地生态系统中矿质元素营养研究等提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 样地选择

分别选择青海湖北岸的河边滩地(沼泽草甸)、

那仁火车站(芨芨草(*Achnatherum splendens*)草原)、烂泥湾(针茅草原)等3个样地内的退化草地和封育草地为试验样地。各样地具体情况见表1。

河边滩地样地位于三角城种羊场二大队,距青海湖水面主体约3 km的围栏封育(1985年封育)沼泽草甸处,植被盖度98%,禾本科草高30~40 cm;退化草地选于围栏外的自由放牧草地上,空斑裸地占30%~35%,禾本科稀疏,植被盖度占5%~10%,高度为35 cm。

那仁火车站样地位于青藏铁路那仁火车站南1 km的围栏封育(1980年封育)芨芨草草原型草地,芨芨草分布均匀,盖度为70%;退化草地选于围栏外的自由放牧草地上,南段植被盖度45%,北段植被盖度约20%~25%,芨芨草高度南北段差异不大,均在40~50 cm。

烂泥湾样地位于三角城种羊场北2 km的围栏封育(1980年封育)紫花针茅(*Stipa purpurea*)草原型草地处,植被盖度55%;退化草地选于围栏外的自由放牧草地上,狼毒(*Stelleria chamaejasme*)盖度为30%。

1.2 样品采集

2009年9月初于植物花期在各类型的试验样地内,按照植物分类的种,依据植物个体大小,分别采集该区域内优势种和主要伴生种植物的全草30株以上为同一植物种的分析样品。3个样地采集到的植物材料共计77(种)份,阴干,保存备用;同时分层采集相应样地(0~10 cm)的土壤为试验样品,各样地分别采集3份后混合,共计9份,阴干,保存备用。

表1 青海湖北岸各试验样地地理位置

Table 1 Geographic information of tested sample on the north bank of Qinghai Lake

样地名称 Sampling plots	草地类型 Grassland type	样地设置 Arrangement of sample plot	采样位置 Sampling sites	海拔/m Altitude
烂泥湾 Lanniwan	温性草原 Temperate steppe	退化草地(自由放牧) Degraded grassland (uncontrolled grazing)	N37° 17.845', E100° 14.317'	3301
		封育草地(1980年封) Enclosed grassland (Enclosed in 1980)	N37° 17.946', E100° 14.359'	3291
那仁火车站 Naren Station	温性草原 Temperate steppe	退化草地(自由放牧) Degraded grassland (uncontrolled grazing)	N37° 14.925', E100° 16.300'	3213
		封育草地(1980年封) Enclosed grassland (Enclosed in 1980)	N37° 14.889', E100° 16.264'	3216
河边滩地 Hebianandi	沼泽草甸 Swamp meadow	退化草地(自由放牧) Degraded grassland (passageway)	N37° 14.393', E100° 13.423'	3205
		封育草地(1985年封) Enclosed grassland (uncontrolled grazing)	N37° 14.397', E100° 13.411'	3209

1.3 元素分析

对于采集备用的植物样品首先进行冲洗、烘干、粉碎等样品预处理,对采集备用的土壤样品首先进行研磨、过筛(100目)等样品预处理后,进行样品消化,用 HClO_4 和 HNO_3 (V:V=1:4)处理,采用标准曲线法进行K, Ca, Mg等元素的火焰原子吸收光谱法分析, P元素采用分光光度法分析。分析仪器分别为TAS-986分光光度计(北京普析通用有限公司生产)和721分光光度计(上海第二分析仪器厂生产)。标准溶液购自中国计量科学研究院。

1.4 数据处理

通过SPSS 17.0软件统计样本平均数、标准差,对比退化草地和封育草地各样本中K, Ca, Mg, P元素的变化规律,揭示草地退化与其中矿质元素营养之间的相关关系,明确草地植物中矿质元素对于草地生态系统的敏感性及其响应特征。

2 结果与分析

2.1 退化草地和封育草地典型植物矿质元素特征

青海湖北岸各试验样地退化草地和封育草地典型植物中矿质元素含量变化如表2~表4所示。

表2 青海湖北岸河边滩地典型植物中矿质元素含量平均值

植物名称 Species name	K		Ca		Mg		P	
	退化	封育	退化	封育	退化	封育	退化	封育
	Degraded	Enclosed	Degraded	Enclosed	Degraded	Enclosed	Degraded	Enclosed
青藏苔草 <i>Carrx qinghaiensis</i> Y. C.	3702	4005	2084	1677	2799	2045	81.22	122.3
华扁穗草 <i>Blysmus sinocompressus</i>	3632	3874	1834	1810	2039	1712	101.1	104.4
星星草 <i>Puccinellia tenuiflora</i>	2969	3774	2092	1378	1735	1606	43.37	69.39
委陵菜 <i>Potentilla chinensis</i>	3566	4005	2359	2449	2759	3061	69.41	97.13

注:表中所有数据均为平均值,下同

Note: All data are mean, the same as below

表3 青海湖北岸那仁火车站典型植物中矿质元素含量平均值

植物名称 Species name	K		Ca		Mg		P	
	退化	封育	退化	封育	退化	封育	退化	封育
	Degraded	Enclosed	Degraded	Enclosed	Degraded	Enclosed	Degraded	Enclosed
芨芨草 <i>Achnatherum splendens</i>	2646	2369	1867	1760	1226	1308	24.05	20.79
赖草 <i>Leymus secalinus</i>	2882	3235	2291	2300	2562	2463	87.73	77.71
星星草 <i>Puccinellia tenuiflora</i>	2656	2848	1930	2002	1756	1951	153.3	173.0
披针叶黄华 <i>Thermopsis lanceolata</i>	2518	3071	2041	2502	3088	3296	115.8	89.00
短穗兔耳草 <i>Lagotis brachystachya</i>	2699	2598	2198	2136	3018	2854	164.0	121.1
马蔺 <i>Iris lactea</i> var. <i>chinensis</i>	2763	3055	2245	2334	2795	1863	50.19	61.68
委陵菜 <i>Potentilla chinensis</i>	2770	2571	2147	2345	2749	2573	196.1	190.0

表4 青海湖北岸烂泥滩典型植物中矿质元素含量平均值

植物名称 Species name	K		Ca		Mg		P	
	退化	封育	退化	封育	退化	封育	退化	封育
	Degraded	Enclosed	Degraded	Enclosed	Degraded	Enclosed	Degraded	Enclosed
赖草 <i>Leymus secalinus</i>	3671	3738	2153	1968	2319	1526	198.2	137.6
多枝黄芪 <i>Astragalus polycladus</i>	3292	3679	2315	2370	2397	2450	140.3	155.6
披针叶黄华 <i>Thermopsis lanceolata</i>	3492	2885	2418	2368	3411	2874	182.1	96.54
狼毒 <i>Stellera chamaejasme</i>	3719	3124	2383	2296	2829	2224	61.39	65.71

退化草地与封育草地的典型植物其钾、钙、镁、磷等矿质元素含量具有明显差异,表现出退化草地较封育草地典型植物中矿质元素营养具有蓄积增加的趋势;河边滩地、那仁火车站和烂泥湾各样地内退

化草地较封育草地典型植物中矿质元素含量高的分别占37.5%, 50.0%和62.5%,即青海湖北岸自南向北随着海拔高度的逐渐增加,退化草地典型植物中矿质元素营养蓄积具有逐渐增大的特征(表5)。

表5 青海湖北岸各类型退化草地较封育草地植物中矿质元素含量增加的统计特征
Table 5 Statistical characteristics of increasing element contents in plants of different degraded grassland compared to enclosed grassland on the north bank of Qinghai Lake

样地名称 Sampling plots	K	Ca	Mg	P	各样地的增加率 Rate of increase	%
烂泥湾 Lanniwan(n= 4)	50.0	75.0	75.0	50.0	62.5	
那仁火车站 Naren Station(n= 7)	42.9	28.6	57.1	71.4	50.0	
河边滩地 Hebian tandi(n= 4)	0	75.0	75.0	0	37.5	
各元素的增加率 Rate of increase	33.3	53.3	66.7	46.7	50.0	

注: n 为各样地退化草地和封育草地中相同种植物的种数, 下同

Note: n: the number of plant species collected from various functional groups, the same as below

各样地封育草地和退化草地同一种典型植物中钾、磷与钙、镁元素之间具有负相关性, 封育草地典型植物中钾、磷元素含量高, 而退化草地典型植物中钙、镁元素含量高; 且海拔稍低的河边滩地样地较海拔稍高的烂泥湾样地其封育草地植物中钾、磷元素含量高。海拔高处因钾、磷元素含量的增加致使退化草地植物中矿质元素营养蓄积。各样地退化草地典型植物中以镁元素营养蓄积显著为特征。

随着海拔高度的逐渐增加, 各样地同一种典型植物中钾、钙、镁元素含量逐渐降低, 而磷元素含量却在逐渐增加; 且退化草地与封育草地植物中同一矿质元素之间含量差异变小, 如河边滩地、那仁火车站的星星草(*Puccinellia tenuiflora*)和委陵菜(*Potentilla chinensis*)。但也有植物随着海拔高度的逐渐增加矿质元素含量逐渐增加, 且退化草地较封育草地植物中同一矿质元素含量增幅大, 如那仁火车站、烂泥湾的披针叶黄华(*Thermopsis lanceolata*)。即各类型草地植物吸取更多的矿质元素营养以适应各自的生境并更好地生长发育, 如披针叶黄华更适应海拔相对较高的退化草地。

2.2 退化草地和封育草地植物功能群中矿质元素特征

青海湖北岸各试验样地退化草地和封育草地植物功能群中矿质元素含量变化见表6~表8。

退化草地和封育草地相比, 其植物功能群中矿质元素营养也具有蓄积增加的趋势, 河边滩地、那仁火车站和烂泥湾各样地内退化草地较封育草地植物功能群中矿质元素含量高的分别占40.05%, 50.0%和75.0%, 即青海湖北岸自南向北随着海拔高度的逐渐增加, 退化草地植物功能群中矿质元素营养蓄积具有逐渐增大的特征(表9)。

各样地植物功能群中矿质元素含量与海拔高度具有相关性, 即海拔低处封育草地植物功能群中矿质元素含量高, 而海拔高处则是退化草地植物功能群中矿质元素含量高。随着海拔高度的逐渐增加, 各样地禾本科、菊科植物功能群中矿质元素含量逐渐增加, 且退化草地与封育草地同一植物功能群中矿质元素之间含量差异变小。即各类型草地植物功能群以蓄积矿质元素营养来适应各自的生境并更好地生长发育。各样地退化草地植物功能群中以镁元素营养蓄积显著为特征。

表6 青海湖北岸河边滩地植物功能群中矿质元素含量

Table 6 Contents of mineral elements in the plant functional groups of Hebian tandi on the north bank of Qinghai lake

植物功能群名称 Plant functional groups	K	Ca	Mg	P	M ± S/ mg · kg ⁻¹
禾本科 退化草地 Degraded grassland(n= 2)	2683 ± 405.2	2086 ± 9.192	1593 ± 200.8	29.68 ± 19.37	
Gramineae 封育草地 Enclosed grassland(n= 5)	3514 ± 350.8	1008 ± 476.7	1263 ± 561.4	75.88 ± 31.43	
莎草科 退化草地 Degraded grassland(n= 2)	3667 ± 49.50	1959 ± 176.8	2419 ± 537.4	91.16 ± 14.06	
Cyperaceae 封育草地 Enclosed grassland(n= 3)	3418 ± 311.6	2119 ± 221.5	2898 ± 263.6	145.7 ± 77.38	
豆科 退化草地 Degraded grassland(n= 1)	3614	2301	2809	120.3	
Leguminosae 封育草地 Enclosed grassland(n= 1)	3750	2497	3427	110.0	
菊科 退化草地 Degraded grassland(n= 1)	4236	2320	3985	123.6	
Compositae 封育草地 Enclosed grassland(n= 1)	3212 ± 1262	1853 ± 200.4	1851 ± 173.0	82.99 ± 53.34	
蔷薇科 退化草地 Degraded grassland(n= 1)	3566	2359	2759	69.41	
Rosaceae 封育草地 Enclosed grassland(n= 1)	4005	2449	3061	97.13	

表7 青海湖北岸那仁火车站植物功能群中矿质元素含量

Table 7 Contents of mineral elements in the plant functional groups of Naren station on the north bank of Qinghai lake

植物功能群名称 Plant functional groups		K	Ca	Mg	P
禾本科	退化草地 Degraded grassland(n= 3)	2728±133. 5	2029±228. 8	1848±672. 7	88. 36±64. 63
Gramineae	封育草地 Enclosed grassland(n= 5)	2607±421. 3	2071±204. 4	1889±450. 6	67. 11±66. 02
豆科	退化草地 Degraded grassland(n= 1)	2518	2041	3088	115. 8
Legum inosae	封育草地 Enclosed grassland(n= 2)	3015±79. 90	2461±58. 69	3181±163. 3	135. 8±66. 19
菊科	退化草地 Degraded grassland(n= 1)	2526	2209	3430	142. 9
Compositae	封育草地 Enclosed grassland(n= 1)	2402	2264	2326	124. 1
蔷薇科	退化草地 Degraded grassland(n= 1)	2770	2147	2749	196. 1
Rosaceae	封育草地 Enclosed grassland(n= 1)	2571	2345	2573	190. 0
玄参科	退化草地 Degraded grassland(n= 1)	2699	2198	3018	164. 0
Scrophulariaceae	封育草地 Enclosed grassland(n= 2)	2831±328. 8	2142±7. 778	2495±507. 7	140. 2±27. 01
鸢尾科	退化草地 Degraded grassland(n= 1)	2763	2245	2795	50. 19
Iridaceae	封育草地 Enclosed grassland(n= 1)	3055	2334	1863	61. 68

表8 青海湖北岸烂泥湾植物功能群中矿质元素含量

Table 8 Contents of mineral elements in the plant functional groups of Lanniwan on the north bank of Qinghai lake

植物功能群名称 Plant functional groups		K	Ca	Mg	P
禾本科	退化草地 Degraded grassland(n= 2)	3156±729. 0	2250±136. 5	1937±540. 2	109. 2±125. 9
Gramineae	封育草地 Enclosed grassland(n= 7)	3387±351. 7	2140±145. 6	1593±135. 9	103. 6±46. 87
豆科	退化草地 Degraded grassland(n= 2)	3392±141. 4	2367±72. 83	2904±717. 0	161. 2±29. 56
Legum inosae	封育草地 Enclosed grassland(n= 3)	3070±540. 4	2336±56. 59	2593±243. 7	123. 9±29. 77
菊科	退化草地 Degraded grassland(n= 1)	3058	2268	2772	152. 2
Compositae	封育草地 Enclosed grassland(n= 3)	2765±329. 2	2074±43. 86	1974±36. 12	134. 4±69. 15
蔷薇科	退化草地 Degraded grassland(n= 1)	2671	1855	2557	45. 86
Rosaceae	封育草地 Enclosed grassland(n= 1)	3391	2409	2481	159. 5
瑞香科	退化草地 Degraded grassland(n= 1)	3719	2383	2829	61. 39
Thymelaeaceae	封育草地 Enclosed grassland(n= 1)	3124	2296	2224	65. 71

表9 青海湖北岸各类型退化草地较封育草地植物功能群中矿质元素含量增加的统计特征

Table 9 Statistical characteristics of increasing element contents in the plant functional groups of different degraded grassland compared to enclosed grassland on the north bank of Qinghai Lake

样地名称 Sampling plots	K	Ca	Mg	P	各样地的增加率 Rate of increase
烂泥湾 Lanniwan(n= 4)	60.0	66. 7	100. 0	60. 0	75. 0
那仁火车站 Naren Station(n= 7)	50.0	16. 7	66. 7	66. 7	50. 0
河边滩地 Hebian tandi(n= 4)	40.0	40. 0	40. 0	40. 0	40. 0
各元素的增加率 Rate of increase	50.0	43. 8	68. 8	56. 3	54. 7

2.3 退化草地和封育草地植被中矿质元素特征

被中矿质元素含量变化, 见表10。

青海湖北岸各试验样地退化草地和封育草地植

表10 青海湖北岸各试验样地草地植被中矿质元素含量

Table 10 Contents of mineral elements in grassland vegetations of tested sample on the north bank of Qinghai lake

样地名称 Sampling plots	K	Ca	Mg	P	
河边滩地	退化草地 Degraded grassland(n= 8)	3483±557. 8	2191±203. 0	2553±797. 7	86. 17±41. 71
Hebian tandi	封育草地 Enclosed grassland(n= 18)	3525±538. 8	1762±598. 1	2199±884. 6	97. 89±46. 94
那仁火车站	退化草地 Degraded grassland(n= 9)	2714±150. 1	2126±146. 9	2657±725. 4	118. 7±55. 54
Naren Station	封育草地 Enclosed grassland(n= 14)	2756±326. 0	2236±204. 3	2315±613. 9	107. 7±58. 94
烂泥湾	退化草地 Degraded grassland(n= 11)	3236±375. 3	2285±167. 9	2818±673. 8	125. 4±67. 05
Lanniwan	封育草地 Enclosed grassland(n= 17)	3101±453. 6	2210±159. 5	1974±418. 6	112. 5±49. 61

退化草地植被中矿质元素营养具有蓄积增加的趋势, 3 个样地的退化草地较封育草地植被中矿质元素含量平均高约 66.7%。其中河边滩地、那仁火车站和烂泥湾各样地内退化草地较封育草地植被中矿质元素含量高的分别占 50.0%, 50.0% 和 100.0%, 即青海湖北岸自南向北随着海拔高度的逐渐增加, 退化草地较封育草地植被中矿质元素营养的蓄积具

有逐渐增大的特征(表 11 和图 1)。

各样地植被中矿质元素含量与海拔高度具有相关性, 即海拔低处封育草地植被中钾元素含量高, 而海拔高处又是退化草地植被中钙、镁、磷元素含量高。各样地退化草地植被中以镁元素营养蓄积显著为特征。

表 11 青海湖北岸各类型退化草地较封育草地植被中矿质元素含量增加的统计特征

Table 11 Statistical characteristics of elements changes in vegetation of different types degraded and enclosed grassland on north bank of Qinghai Lake

样地名称 Sampling plots	K	Ca	Mg	P	各样地的增加率 Rate of increase %
烂泥湾 Lanniwan(n= 26)	+	+	+	+	100.0
那仁火车站 Naren Station(n= 23)	-	-	+	+	50.0
河边滩地 Hebiantandi(n= 28)	-	+	+	-	50.0
各元素的增加率 Rate of increase	33.3	66.7	100.0	66.7	66.7

注: “+”表示退化草地较封育草地植被中矿质元素含量增加,“-”表示退化草地较封育草地植被中矿质元素含量减小,下同

Note: “+” show contents of mineral elements in degraded grassland higher than it enclosed grassland, “-” show the situation is the opposite, the same as below

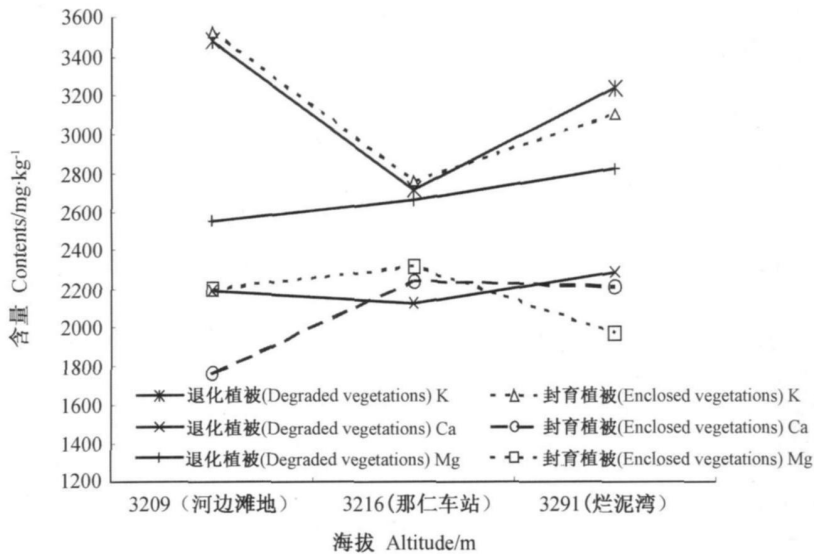


图 1 青海湖北岸植被中 K, Ca, Mg

Fig.1 Contents of K, Ca, Mg in vegetation of tested samples on the north bank of Qinghai Lake

2.4 退化草地和封育草地土壤中矿质元素特征
青海湖北岸各试验样地退化草地和封育草地土

壤(0~ 10 cm)中矿质元素含量见表 12。

表 12 青海湖北岸各试验样地土壤(0~ 10 cm)中矿质常量元素含量

Table 12 Contents of mineral elements in soil (0~ 10 cm) of tested samples in the north bank of Qinghai lake

样地名称 Sampling plots	K		Ca		Mg		P	
	退化	封育	退化	封育	退化	封育	退化	封育
	Degraded	Enclosed	Degraded	Enclosed	Degraded	Enclosed	Degraded	Enclosed
烂泥湾 Lanniwan	13265	13513	10772	14270	2463	2483	345.0	383.2
那仁火车站 Naren Station	14507	15709	29277	19465	2853	2589	397.2	485.3
河边滩地 Hebiantandi	16522	16264	12293	10236	2323	2267	314.9	312.7

退化草地土壤(0~10 cm)中矿质元素具有蓄积增大的趋势,3的样地的退化草地较封育草地土壤中矿质元素含量平均高约66.7%,河边滩地、那仁火车站和烂泥湾分别增加100%,75.0%和0.

0%,即青海湖北岸自南向北随着海拔高度的逐渐增加,退化草地较封育草地土壤中矿质元素营养的蓄积具有逐渐减小的特征(表13)。

表13 青海湖北岸各类型退化草地较封育草地土壤(0~10 cm)中矿质元素含量增加的统计特征

Table 13 Statistical characteristics of increasing element contents in soil (0~10 cm) of different degraded grassland compared to enclosed grassland on the north bank of Qinghai Lake

样地名称 Sampling plots	K	Ca	Mg	P	各样地的增加率 Rate of increase
烂泥湾 Lanniwan (n= 26)	-	-	-	-	0.0
那仁火车站 Naren Station (n= 23)	-	+	+	+	75.0
河边滩地 Hebianlandi (n= 28)	+	+	+	+	100.0
各元素的增加率 Rate of increase	33.3	66.7	66.7	66.7	66.7

各样地土壤(0~10 cm)中矿质元素含量与海拔高度具有相关性,即海拔低处退化草地土壤中矿质元素含量高,而海拔高处则是封育草地土壤中矿质元素含量高。退化草地植被与土壤中矿质元素营养的蓄积成负相关,即海拔较低的河边滩地退化草地植被中矿质元素营养蓄积相对较少而土壤中蓄积却较高,海拔较高的烂泥湾退化草地植被中矿质元素营养蓄积相对较多而土壤中蓄积却较低。

生长发育,海拔高处相对恶劣的脆弱生境条件下对退化草地植物实施封育恢复的效果不及海拔低处,自然恢复的难度更大。因此,对于海拔高处的高寒类型草地,必须加大天然草场的保护力度,严禁超载过牧等人类活动的干扰和破坏,确保高寒草地生态系统的健康。

青海湖北岸天然牧草在生长期内地下生物量的积累远远大于地上生物量的积累,在生物总量中,地下部分占90%以上,其中0~10 cm的占65%^[15]。退化草地土壤(0~10 cm)中矿质元素具有蓄积增加的趋势,既是草地退化的环境效应,又是退化草地再退化,换句话说就是退化草地“加速”退化的原因。退化草地上的植物(全植株)与土壤(0~10 cm)中矿质元素营养蓄积特征相同,这与当某一种元素在土壤中含量较多时会在植物体内较多地积累^[12,13]结果一致,即退化草地土壤(0~10 cm)中矿质元素的蓄积与其植物中矿质元素营养的需求正相关。结果表明,退化草地上植物中矿质元素营养的蓄积变化引起土壤中矿质元素营养的改变,进而导致土壤退化。

3 讨论

退化草地与封育草地上植物和土壤中钾、钙、镁、磷等矿质元素含量具有明显的差异。退化草地实施长期的围栏封育措施后,封育恢复草地相对于未封育的退化草地其植物群落结构、植被类型以及土壤结构等生态环境均发生了很大改变^[2,7-9],相应的草地上植物生长发育所必需的矿质元素营养也将会发生改变,则表现出退化草地与封育草地上植物和土壤中矿质元素含量的差异性是一必然的。各类型样地中退化草地较封育草地植物中矿质元素营养具有蓄积增加的趋势。退化草地较封育草地上植物的种、功能群到植被中矿质元素含量高的分别占50.0%,54.7%和66.7%,即随着能够采集到的植物样品数的增加,退化草地中矿质元素营养蓄积增加的趋势愈加明显。表明该自然现象具有数学意义上的统计规律性。

退化草地植物中矿质元素营养的蓄积增加现象可以说是一种生物矿质元素营养的“饥饿效应”,即当生物体内矿质元素营养的供给不能满足需要时,生物体内便蓄积该矿质元素以供急需时所用,因为矿质元素K, Mg, Ca在植物体内是多种酶的活化剂,P能提供作物对外界环境的适应性^[13]。当退化草地植物中矿质元素营养的供给不能满足其生长发育的生理需求时,植物唯有蓄积该矿质元素营养以供急需时所用,退化草地上的植物由于各种原因致使所需矿质元素营养供给不能及时满足其需要时,植物体内蓄积的矿质元素营养也是其对外界环境变化的一种“应急”响应。退化草地植物中矿质常量元素营养所表现的“饥饿效应”表明,应该依据草地植

青海湖北岸自南向北随着海拔高度的逐渐增加,退化草地植物中矿质元素营养蓄积具有逐渐增大的特征。本研究结果表明,海拔高处较海拔低处的草地退化更为严重,海拔低处相对于海拔高处的退化草地实施围栏封育恢复的效果显著,因为海拔低处较海拔高处的自然环境更有利于大多数植物的

物中矿质元素含量的高低正确分析判断该草地植物中矿质元素营养的丰缺,注意退化草地植物中矿质元素营养出现“饥饿效应”现象,避免施用矿质元素营养肥料的盲目性。生物矿质元素营养的“饥饿效应”既有理论研究意义,又有重要的生产实践意义。

退化草地植物中矿质元素的变化主要还是由于全球变化和人类干扰的综合影响,即在全球变化和人类干扰的综合影响下,由于植物的生长发育受到干扰进而影响了植物对矿质元素营养需求,导致退化草地植物中矿质元素的改变。也可以说,在全球变化和人类干扰的综合影响下,由于植物所必需的矿质元素营养供给受到干扰进而影响了植物的生长发育,最终导致退化草地植物中矿质元素的变化。总之,退化草地植物中矿质元素的变化是由于草地退化的驱动而产生。一方面草地退化导致草地植物中矿质元素的变化,另一方面,退化草地植物中矿质元素的变化又引起草地再退化,相互影响,导致退化草地的退化速度加快,即出现退化草地生态系统“加速度”退化的景象。

4 结论

退化草地由于长期的围栏封育致使群落结构、植被类型和土壤结构等发生改变,相应的草地植物中矿质元素营养也发生改变,表现出退化草地与封育草地上植物和土壤中矿质元素含量具有差异性。退化草地较封育草地植物中矿质元素营养具有蓄积增加的趋势,既是草地退化的结果,又是退化草地“加速”退化的原因。

海拔低处相对于海拔高处的自然环境更有利于大多数植物的生长发育,因而随着海拔高度的逐渐增加,青海湖北岸自南向北退化草地植物中矿质元素营养蓄积具有逐渐增大的特征。退化草地较封育草地植物和土壤中矿质元素营养具有蓄积增加的这

一现象是退化草地植物的一种矿质元素营养的“饥饿效应”,也是其对外界环境变化的一种“应急”响应。

参考文献

- [1] 陈桂琛,陈孝全,苟新京.青海湖流域生态环境保护与修复[M].青海:青海人民出版社,2008:76-87
- [2] 王一博,王根绪,沈永平,等.青藏高原高寒区草地生态环境系统退化研究[J].冰川冻土,2005,27(5):633-640
- [3] Tsuyoshi Akiyama, Kensuke Kawamura. Grassland degradation in China: Methods of monitoring, management and restoration [J]. Grassland Science, 2007, 53(1): 1-17
- [4] R B Harris. Rangeland degradation on the Qinghai-Tibetan plateau: A review of the evidence of its magnitude and causes [J]. Journal of Arid Environments, 2010, 74(1): 1-12
- [5] 沈景林,谭刚,乔海龙,等.草地改良对高寒退化草地植被影响的研究[J].中国草地,2000,10(5):49-54
- [6] 周国英,陈桂琛,韩友吉,等.围栏封育对青海湖地区芨芨草原群落特征的影响[J].中国草地学报,2007,29(1):19-23
- [7] 孙菁,彭敏,陈桂琛,等.青海湖区针茅草原植物群落特征及群落多样性研究[J].西北植物学报,2003,23(11):1963-1968
- [8] 单贵莲,徐柱,宁发,等.围封年限对典型草原群落结构及物种多样性的影响[J].草业学报,2008,17(6):1-8
- [9] 周国英,陈桂琛,魏国良,等.青海湖地区芨芨草群落主要种群分布格局研究[J].西北植物学报,2006,26(3):579-584
- [10] 王堃.草地植被恢复与重建[M].化学工业出版社(环境科学与工程出版中心),2004:19-29
- [11] 宋德荣.施用不同氮肥对牧草和放牧牦牛血液营养元素含量的影响[J].中国草地学报,2010,32(2):42-46
- [12] Juan Barceń, Charlotte Poschenrieder. Hyper accumulation of trace elements: from uptake and tolerance mechanisms to litter decomposition: selenium as an example [J]. Plant and Soil, 2011, 341: 31-35
- [13] 廖红,严小龙.高级植物营养学[M].北京:科学出版社,2003:149-187
- [14] 秦彧,李晓忠,姜文清,等.西藏主要作物与牧草营养成分及其营养类型研究[J].草业学报,2010,19(5):122-129
- [15] 朱宝文,周华坤,徐有绪,等.青海湖北岸草甸草原牧草生物量季节动态研究[J].草业科学,2008,25(12):62-66

(责任编辑 李美娟)