

说明书

一种基于根土比判定高寒草甸退化程度的方法

5 技术领域

本发明属于农业技术领域，具体地说，涉及一种基于根土比判定高寒草甸退化程度的方法。

背景技术

10 青藏高原是我国重要的水源涵养区，也是亚洲的水塔。近年来，由于全球气候变化和人为活动干扰，导致草地大面积退化、沙化、盐碱化日渐严重。草地退化对草地生产力、当地生态环境和畜牧业发展造成危害。随着退化程度加深，地上植被生物量、土壤肥力、土壤生物活性显著下降，进而导致自然含水量、最大持水量、土壤水源涵养量显著低于其未退化状态，其中重度退化草甸土壤水源涵养量下降达到 27%。高寒草甸退化对地区畜牧业和旅游业两大支柱产业的影响将是严重的，当地旅游业主打特色均为自然景观，而草地退化将极大降低自然景观观赏性。高寒草甸一旦退化，则恢复非常困难。综上所述，及时定性分析和量化草地退化程度，采取相应的恢复措施，阻止退化程度进一步加深是至关重要的。但目前对于草地退化程度判定的相关方法较少，且缺乏针对高寒草甸这一特殊的草地类型的特异性方法。

25 草地的退化，最先表现在地上植被群落特征的改变。天然草地退化、沙化、盐渍化的分级指标（GB 19377-2003）中将植物群落特征、组成结构、指示植物、地上部产草量和土壤养分作为必须监测项目，以此判定草地退化程度。这些指标都是局限于地上部分，忽略了地下部分的退化指标。

土壤是植被演替的重要环境条件，是生态系统养分循环的参与者和载体，而根系是连接植被与土壤的桥梁。与地上部分相比，地下根系具有较高的稳定性。根系及其分布特征不仅与地上植被群落紧密相关，而

且能够准确反映高寒草甸退化演替阶段。

因此，有必要提供一种新的判定高寒草甸退化程度的方法。

发明内容

5 有鉴于此，本发明针对上述的问题，提供了一种基于根土比判定高寒草甸退化程度的方法。

为了解决上述技术问题，本发明公开了一种基于根土比判定高寒草甸退化程度的方法，包括以下步骤：

步骤 1、采集需要测定位点的土壤样品，要求测定位点均匀分布，地上
10 植被情况于区域内具有代表性，且取样点不低于 5 个，样本量越大代表性越高；

步骤 2、根据 0-10 cm 土壤样品的根土比判定草甸退化阶段，并活死根比例范围作为辅助数据，协助对退化梯度的判断；

步骤 3、当 0-10 cm 土壤样品根土比差异较大时，则结合 0-10 cm 以及
15 10-20 cm 土壤样品根土比及活死根比例对退化梯度进行判断。

可选地，所述步骤 1 中的采集土壤样品应来自同一深度范围内，且土层样品体积不小于 100 cm^3 。

可选地，所述步骤 2 中的根据 0-10 cm 土壤样品的根土比判定草甸退化阶段具体为：如 90% 以上 0-10 cm 土壤样品均符合该退化梯度根土比，则确
20 定该区域草甸达到了该退化梯度；

如 0-10 cm 土壤样品中的 70%-90% 均符合该退化梯度根土比及活死根比例范围，则确定该区域草甸达到了该退化梯度。

可选地，所述步骤 2 中的土壤样品中需将生物量 95% 以上的根系分离作为根系样品。

25 可选地，所述步骤 2 中的白色根系为活根，黑褐色细根为死根，黑褐色粗根需将根系剥开根据其内部颜色判断，内部为白色则为活根，内外均为黑褐色则为死根。

可选地，所述步骤 2 中的草甸为矮嵩草草甸、小嵩草草甸、藏嵩草草甸、

沼泽化草甸和金露梅灌丛。

可选地，步骤 2 中的根据 0-10 cm 土壤样品的根土比判定草甸退化阶段的具体判断标准如下：

项目	土层	原生植被	轻度退化	中度退化	重度退化
小嵩草草甸	0-10cm	> 6.0	6.0-4.0	5.0-1.0	< 1.0
矮嵩草草甸		> 6.5	6.5-3.5	4.0-1.0	< 1.0
藏嵩草草甸		> 12.0	12.0-7.0	7.4-3.8	< 3.8
沼泽化草甸		> 14.0	14.0-3.5	4.2-1.2	< 1.2
金露梅灌丛		> 11.5	11.5-8.5	9.0-5.4	< 5.4

可选地，步骤 2 中的 0-10 cm 土层样品的活死根比例作为辅助数据，协

5 助对退化梯度的判断的标准如下：

项目	土层	原生植被	轻度退化	中度退化	重度退化
小嵩草草甸	0-10cm	1.3-1.1	1.7-1.1	4.2-2.7	4.9-3.0
矮嵩草草甸		4.5-1.5	1.9-0.8	0.9-0.3	1.1-0.6
藏嵩草草甸		2.9-1.5	2.1-1.0	1.4-0.6	1.3-0.7
沼泽化草甸		2.1-1.8	3.0-1.1	1.4-0.8	3.1-1.2
金露梅灌丛		1.4-0.8	1.8-0.6	3.3-2.2	1.4-0.6

可选地，步骤 3 中的结合 0-10 cm 以及 10-20 cm 土壤样品根土比及活死根比例对退化梯度进行判断具体为：

如仅 50%-70% 的 0-10 cm 土壤样品符合某退化梯度根土比及活死根范围，则需参考 10-20 cm 土壤样品根土比及活死根比例；如符合 10-20cm 土壤样品中 70% 以上符合该退化梯度根土比及活死根范围，则确定达到了该退化梯度；

如 0-10 cm 土壤样品中，符合某退化梯度根土比及活死根比例的样品，低于总样本数的 50%，且 10-20 cm 土壤样品中符合该退化梯度的样本高于总样本的 50%，低于 70%，其余不符合该退化梯度根土比范围的样本，符合相近的某一退化梯度范围，则认为该区域处于退化的过渡期；

如 0-10 cm 土壤样品中，符合该退化梯度的样本根土比及活死根比例，均低于总样本数的 50%，且样本中存在符合三个及以上退化梯度跟土比的数

值且占总样本比例均>5%，则证明样品差异较大，建议扩大样本量，提升样品代表性。

可选地，步骤3中的10-20 cm土层样品的辅助判定退化梯度深层土壤根土比及活死根比例指标具体为：

项目		原生植被		轻度退化		中度退化		重度退化	
		根土比	活死根比	根土比	活死根比	根土比	活死根比	根土比	活死根比
小嵩草草甸	10-20cm	>1.0	1.6-1.0	1.0-0.4	1.3-0.8	0.6-0.2	2.3-1.9	<0.2	1.3-0.7
矮嵩草草甸		>4.0	2.0-1.1	4.0-0.7	2.4-1.3	1.0-0.4	2.0-1.0	<0.4	5.0-1.8
藏嵩草草甸		>6.8	1.0-0.7	6.8-4.8	1.1-0.7	5.1-1.0	0.8-0.4	<1.0	1.5-0.5
沼泽化草甸		>9.0	2.5-1.1	9.0-1.0	1.5-0.9	1.5-0.1	1.1-0.6	<0.1	1.3-0.8
金露梅灌丛		>3.0	3.4-1.4	3.0-0.8	6.7-3.1	1.2-0.4	0.8-0.9	<0.4	1.2-0.5

5 与现有技术相比，本发明可以获得包括以下技术效果：

1) 本发明的方法选取了处于相对稳定状态的不同退化程度五种典型高寒草甸（矮嵩草草甸、小嵩草草甸、藏嵩草草甸、沼泽化草甸和金露梅灌丛），通过获取土壤和根系样品，确定不同退化程度根土比和活死根比例，以期准确判定高寒草甸退化程度。精准的判定范围能够为高寒草甸科学管理和恢复措施争取更多的有效时间，提高草地利用率和草地恢复效率，降低恢复成本。促进草地生产力和当地畜牧业的可持续性发展，实现人与自然和谐共处。

15 2) 相较于草地退化梯度判定标准（GB 19377-2003 号 天然草地退化、沙化、盐渍化的分级指标），本发明以根土比这一能够反应草甸地下情况的指标为主要指标，以活死根比例为辅助指标判定高寒草甸退化程度。本发明的适用对象为高寒草甸生态系统中的小嵩草草甸、矮嵩草草甸、沼泽化草甸和金露梅灌丛草甸。高寒草甸因为其特殊的环境情况，群落结构复杂，物种多样性较高，根系在0-15 cm土层会形成交错致密的根系网络，相较于典型

草地有更强的保水性。与之前的判定标准相比，根土比能够更直接反映植被地下部分生长状况；已有的退化梯度判定标准必须要寻找原生草甸群落作为参考标准，但目前青藏高原分布着大面积的退化草甸，难以定量原生草甸群落特征，因此判定方法存在困难。以根土比判定草甸退化程度，对该区域原生草甸初始状态基础数据要求相对较低，能够直接进行判断，提升标准的及时可用性。

当然，实施本发明的任一产品并不一定需要同时达到以上所述的所有技术效果。

10 具体实施方式

以下将配合实施例来详细说明本发明的实施方式，藉此对本发明如何应用技术手段来解决技术问题并达成技术功效的实现过程能充分理解并据以实施。

实施例 1

15 一种基于根土比判定高寒草甸退化程度的方法，包括以下步骤：

步骤 1、采集需要测定位点的土壤样品，要求测定位点均匀分布，地上植被情况于区域内具有代表性，且取样点不低于 5 个，样本量越大代表性越高；

其中，具有代表性是指其植物群落状况与整体区域一致，如采样点区域植物群落盖度、高度不明显低于或高于区域整体状况（低于或高于区域整体状况的 10%），植物物种数不少于区域整体的 80%。

采集土层样品时应注意土壤样品均来自同一深度范围内，且土壤样品体积不小于 100 cm^3 ；

25 步骤 2、根据 0-10 cm 土壤样品的根土比判定草甸退化阶段（表 1），并将活根、死根比例作为辅助数据（表 2），协助对退化梯度进行判断；

如 90%以上 0-10 cm 土壤样品均符合表 1 所示的退化梯度根土比，则确定该区域草甸达到了该退化梯度；

如 70%-90%以上 0-10 cm 土壤样品均符合表 1 所示的退化梯度根土比及表 2 所示的活死根范围，则确定该区域草甸达到了该退化梯度。

其中，土壤样品中需将生物量 95%以上的根系分离作为根系样品；

根土比即根际土壤微生物与临近的非根际土壤微生物数量之比；

- 5 根系样品根据清洗后颜色判断活根与死根，白色根系为活根，黑褐色细根为死根，黑褐色粗根需将根系剥开根据其内部颜色判断，内部为白色则为活根，内外均为黑褐色则为死根；

将分离后的根系、土壤样品均需烘干至恒重后再进行称量。并计算根土比及活死根比例。

- 10 草甸退化分级指标见表 1，辅助分级指标见表 2。

表1 依据根土比判定高寒草甸退化程度指标

项目	土层	原生植被	轻度退化	中度退化	重度退化
小嵩草草甸	0-10cm	> 6.0	6.0-4.0	5.0-1.0	< 1.0
矮嵩草草甸		> 6.5	6.5-3.5	4.0-1.0	< 1.0
藏嵩草草甸		> 12.0	12.0-7.0	7.4-3.8	< 3.8
沼泽化草甸		> 14.0	14.0-3.5	4.2-1.2	< 1.2
金露梅灌丛		> 11.5	11.5-8.5	9.0-5.4	< 5.4

表 2 辅助判定退化梯度活死根比例指标

项目	土层	原生植被	轻度退化	中度退化	重度退化
小嵩草草甸	0-10cm	1.3-1.1	1.7-1.1	4.2-2.7	4.9-3.0
矮嵩草草甸		4.5-1.5	1.9-0.8	0.9-0.3	1.1-0.6
藏嵩草草甸		2.9-1.5	2.1-1.0	1.4-0.6	1.3-0.7
沼泽化草甸		2.1-1.8	3.0-1.1	1.4-0.8	3.1-1.2
金露梅灌丛		1.4-0.8	1.8-0.6	3.3-2.2	1.4-0.6

步骤 3、当 0-10 cm 土壤样品根土比差异较大时，则结合 0-10 cm 以及

- 15 10-20 cm 土壤样品根土比及活死根比例对退化梯度进行判断：

如 50%-70%以上 0-10 cm 土壤样品均符合该退化梯度根土比及活死根范围，则需参考 10-20 cm 土层样品根土比及活死根比例(表 3)；如符合 10-20cm

土层样品中 70%以上符合该退化梯度根土比及活死根范围,则确定达到了该退化梯度;

如 0-10 cm 土壤样品中,符合该退化梯度根土比及活死根比例的样品,低于总样本数的 50%,且 10-20 cm 土层土壤样品中符合该退化梯度的样本高于总样本的 50%,低于 70%,其余不符合该退化梯度根土比范围的样本,符合相近的某一退化梯度范围,则认为该区域处于退化的过渡期;

如 0-10 cm 土壤样本中,符合某退化梯度的样本根土比及活死根比例,均低于总样本数的 50%,且样本中存在符合三个及以上退化梯度跟土比的数值且占总样本比例均较高(>5%),则证明样品差异较大,建议扩大样本量,提升样品代表性。

表 3 辅助判定退化梯度深层土壤根土比及活死根比例指标

项目		原生植被		轻度退化		中度退化		重度退化	
		根土比	活死根比	根土比	活死根比	根土比	活死根比	根土比	活死根比
小嵩草草甸	10-20cm	> 1.0	1.6-1.0	1.0-0.4	1.3-0.8	0.6-0.2	2.3-1.9	< 0.2	1.3-0.7
矮嵩草草甸		> 4.0	2.0-1.1	4.0-0.7	2.4-1.3	1.0-0.4	2.0-1.0	< 0.4	5.0-1.8
藏嵩草草甸		> 6.8	1.0-0.7	6.8-4.8	1.1-0.7	5.1-1.0	0.8-0.4	< 1.0	1.5-0.5
沼泽化草甸		> 9.0	2.5-1.1	9.0-1.0	1.5-0.9	1.5-0.1	1.1-0.6	< 0.1	1.3-0.8
金露梅灌丛		> 3.0	3.4-1.4	3.0-0.8	6.7-3.1	1.2-0.4	0.8-0.9	< 0.4	1.2-0.5

采用本发明实施例 1 的方法的不同类型退化草甸根土比及活死根比例如表 4 所示。

表 4 不同类型退化草甸根土比及活死根比例

项目		原生植被		轻度退化		中度退化		重度退化	
		根土比	活死根比例	根土比	活死根比例	根土比	活死根比例	根土比	活死根比例
小嵩草 草甸	0-10 cm	6.54±0.29	1.32±0.15	5.38±0.92	1.46±0.33	2.88±1.71	3.21±1.68	0.76±0.31	3.97±0.52
	10-20 cm	1.34±0.16	1.30±0.23	0.67±0.38	1.06±0.55	0.44±0.21	2.06±0.18	0.13±0.07	1.04±0.20
矮嵩草 草甸	0-10 cm	7.61±2.99	2.60±0.95	4.52±1.86	1.32±0.62	2.13±1.28	0.60±0.29	0.51±0.28	0.88±0.46
	10-20 cm	5.08±2.17	1.58±0.68	2.62±1.57	2.15±1.02	0.70±0.40	1.60±0.92	0.24±0.06	3.51±1.74
藏嵩草 草甸	0-10 cm	2.34±1.08	2.27±0.68	1.60±0.76	1.62±0.83	1.04±0.31	1.04±0.53	1.05±0.59	1.13±0.56
	10-20 cm	8.03±1.03	0.83±0.35	6.01±0.39	0.98±0.14	2.89±1.25	0.57±0.27	0.40±0.22	1.16±0.63
沼泽化 草甸	0-10 cm	14.83±0.15	1.97±0.36	10.28±3.55	1.19±0.89	7.41±2.97	2.55±1.22	4.66±1.76	1.13±0.55
	10-20 cm	13.76±6.69	2.31±0.82	4.91±2.92	1.26±0.55	1.13±0.64	0.83±0.37	0.03±0.02	1.10±0.17
金露梅 灌丛	0-10 cm	14.07±5.33	1.10±0.16	10.02±1.08	1.35±0.71	7.10±2.81	2.76±1.09	3.79±1.79	0.99±0.48
	10-20 cm	3.71±1.94	2.76±1.50	4.98±2.63	5.48±1.54	0.99±0.61	0.83±0.43	0.20±0.12	0.92±0.37

实施例 2

根土比判定高寒草甸退化梯度，在 2018 年 8 月于若尔盖不同退化梯度高寒沼泽草甸进行验证。验证方法如下：

1.通过天然草地退化、沙化、盐渍化的分级指标（GB 19377-2003）先行判定沼泽草甸退化梯度。确定了采样点包含原生、中度两个退化梯度。

2.选择较为具有代表性的群落区域进行土壤、根系混合样品采集，样品采集采用土钻法(内径 5 cm)，按 0-10 cm 和 10-20 cm 分别采集。每个退化梯度 10 个重复。

3.将混合样品带回实验室，通过人工挑选和过筛相结合，将土壤、根系进行分离，对活根和死根进行区分。将分离后的土壤、根系样品进行烘干至恒重，得到样品干重。并进行称量通过计算得到不同退化梯度各土层样品根土比及活死根比。结果如表 5 所示。

表 5

项目	根重 (g)	土重 (g)	根土比	根土比 (%)	活根重	死根重	活死根比
----	--------	--------	-----	---------	-----	-----	------

原生 0-10 cm	5.75	34.38	0.1672	16.72	3.83	1.92	2.00
	4.79	32.42	0.1477	14.77	3.20	1.59	2.01
	4.84	30.85	0.1569	15.69	3.23	1.61	2.00
	4.35	35.35	0.1231	12.31	3.00	1.35	2.22
	5.37	36.78	0.1460	14.60	3.76	1.61	2.33
	6.43	35.82	0.1795	17.95	3.79	2.64	1.44
	4.47	30.53	0.1464	14.64	3.02	1.45	2.09
	6.71	35.14	0.1910	19.10	4.36	2.35	1.86
	5.83	34.78	0.1676	16.76	3.91	1.92	2.03
	4.87	33.11	0.1472	14.72	3.22	1.66	1.94
原生 10-20 cm	4.25	33.73	0.1259	12.59	2.93	1.32	2.23
	3.30	34.03	0.0968	9.68	2.11	1.19	1.78
	3.31	34.40	0.0961	9.61	2.08	1.22	1.70
	4.31	35.78	0.1205	12.05	2.58	1.73	1.49
	3.34	35.99	0.0928	9.28	1.96	1.38	1.42
	3.36	37.10	0.0906	9.06	1.98	1.39	1.43
	3.41	38.47	0.0885	8.85	2.04	1.36	1.50
	3.52	38.91	0.0904	9.04	2.03	1.49	1.37
	3.53	39.28	0.0900	9.00	2.13	1.41	1.51
	3.62	39.82	0.0909	9.09	2.27	1.36	1.67
中度 0-10 cm	3.71	129.45	0.0286	2.86	1.86	1.85	1.00
	2.77	123.17	0.0225	2.25	1.35	1.42	0.95
	2.79	144.29	0.0193	1.93	1.43	1.36	1.05
	4.84	124.75	0.0388	3.88	2.36	2.48	0.95
	2.87	125.66	0.0228	2.28	1.53	1.34	1.14
	3.92	128.75	0.0304	3.04	2.09	1.82	1.15
	2.96	127.81	0.0232	2.32	1.56	1.40	1.11
	3.99	131.70	0.0303	3.03	2.09	1.90	1.10

	4.05	137.75	0.0294	2.94	2.42	1.62	1.49
	3.15	93.64	0.0336	3.36	1.73	1.42	1.22
中度 10-20 cm	1.54	191.13	0.0081	0.81	0.86	0.69	1.25
	1.20	201.69	0.0060	0.60	0.59	0.61	0.96
	0.86	197.93	0.0044	0.44	0.44	0.42	1.05
	0.96	204.04	0.0047	0.47	0.46	0.50	0.91
	0.77	209.74	0.0036	0.36	0.34	0.42	0.80
	1.27	200.17	0.0063	0.63	0.50	0.77	0.65
	0.97	211.03	0.0046	0.46	0.34	0.63	0.54
	1.12	215.44	0.0052	0.52	0.60	0.52	1.16
	1.28	220.75	0.0058	0.58	0.58	0.70	0.82
	0.98	213.32	0.0046	0.46	0.54	0.44	1.22

本发明通过地下根系特征判定高寒草甸退化程度具有以下两点优势：1) 避免了对毒杂草草甸的误判，因大量毒杂草生长于草地中，单纯从植被盖度判断可能无法准确判定草地的退化程度，而因其化感作用影响其他植被类型减少，土壤根系也随之减少；2) 能够避免因极端气候或人为扰动等偶然因素导致地上植被表征发生瞬时变化而对草地退化程度做出的错误判断，进而针对退化草地采取的恢复措施不具有指向性。

因此，为了能够采取有效措施恢复退化高寒草甸，本发明以根土比和活死根比例这两类能反应高寒草甸地下真实状态的重要指标，制定高寒草甸退化梯度判定标准。其中，以根土比为基础监测指标，确定样品相应的退化程度范围，以活死根比例为辅助监测指标，对根土比相近的不同退化程度高寒草甸进行有效区分。

上述说明示出并描述了发明的若干优选实施例，但如前所述，应当理解发明并非局限于本文所披露的形式，不应看作是对其他实施例的排除，而可用于各种其他组合、修改和环境，并能够在本文所述发明构想范围内，通过上述教导或相关领域的技术或知识进行改动。而本领域人员所进行的改动和变化不脱离发明的精神和范围，则都应在发明所附权利要求的保护范围内。