



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102763549 A

(43) 申请公布日 2012. 11. 07

(21) 申请号 201210238943. 9

(22) 申请日 2012. 07. 11

(71) 申请人 北京碧水天成湿地生态环保科技有
限公司

地址 100048 北京市海淀区西三环北路 105
号首都师范大学教一楼(科技园)311 室

(72) 发明人 洪剑明 刘树

(74) 专利代理机构 北京诺孚尔知识产权代理有
限责任公司 11242

代理人 魏永金

(51) Int. Cl.

A01G 1/00(2006. 01)

A01G 7/00(2006. 01)

权利要求书 2 页 说明书 10 页

(54) 发明名称

一种退化湿地植被原位恢复的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种退化湿地植被原位恢复的方法,其特点为:它是利用选定的退化湿地土壤中尚存的种子库资源对其进行的植被原位恢复;包括步骤如下:1)对土壤种子库进行调查;确定该退化湿地是否具备植被原位恢复的条件以及其内土壤种子库中占优势的植物种类;2)对步骤1)满足植被原位恢复条件的区域实施补水;并控制其地表水位及土壤含水量;3)对经步骤2)退化湿地植被原位恢复后的地表植被进行调查;4)对恢复成功的土壤种子库进行调查,确认其恢复完成。本发明充分利用其自身尚存的土壤种子库资源,易操作、维护成本低、植被恢复快、物种多样性高,易于推广应用。

1. 一种退化湿地植被原位恢复的方法,其特征在于:它是利用选定的退化湿地土壤中尚存的种子库资源对其进行的植被原位恢复;包括步骤如下:

1)对选定的退化湿地中种子库资源进行调查,通过采样、种子萌发试验、植物种类鉴定和数量统计后,确定该退化湿地是否具备植被原位恢复的条件以及其内种子库中占优势的植物类型;

2)对步骤1)满足植被原位恢复条件的区域,依据种子库资源中优势植物类型的不同对其实施补水;在补水过程中控制该退化湿地的地表水位或土壤含水量;

3)经步骤2)实施补水3~6个月后,对该退化湿地的地表植物进行调查,获取各种地表植物的重要值,并与本地区的同类型健康湿地的物种数进行比较;通过所述重要值确认已恢复湿地中湿地植物为优势植物群落,且湿地植物的物种数 \geq 所述健康湿地的湿地植物物种数的1/2或 \geq 该退化湿地恢复前土壤种子库中已萌发的湿地植物物种数的1/2,则该退化湿地植被的原位恢复成功;进入步骤4);否则返回步骤1);

4)经步骤3)确定该退化湿地植被原位恢复成功后的第二年春季和第三年春季,对已恢复退化湿地的土壤种子库进行调查,土壤种子库中湿地植物物种数 \geq 所述健康湿地植物物种数的1/2,且湿地植物已萌发的种子数量 ≥ 3500 粒/ m^2 时,所述退化湿地恢复完成。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:步骤1)所述采样是通过设置样带和样方的方式实现;其中,样方的选取依据在该退化湿地中所选样带范围内灌木盖度的大小确定;灌木的盖度 $< 25\%$ 时,确定为草本植物样方;当草本植物平均高度 $< 2m$ 时,样方面积取 $1m \times 1m$;草本植物平均高度 $\geq 2m$ 时,样方面积取 $2m \times 2m$;灌木的盖度 $\geq 25\%$ 时,确定为灌木样方;当灌木平均高度 $\geq 3m$ 时,样方面积取 $4m \times 4m$;灌木平均高度 $1 \sim 3m$ 时,样方面积取 $2m \times 2m$;灌木平均高度 $< 1m$ 时,样方面积取 $1m \times 1m$ 。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于:步骤1)所述种子萌发试验的具体操作为:A)将取自同一样方内的5个土芯混匀;混匀后的土样先经孔径为 0.2 mm 的网筛筛洗;B)选用2个同样大小的萌发盒,该萌发盒内装有 $2 \sim 4\text{ cm}$ 厚的基质土;C)将经步骤A)筛洗后的土样均分为2份;其中,1份土样平铺于一萌发盒内,保持萌发盒内的土壤湿润;另1份土样平铺于另一萌发盒内,并在其上浇水且淹没该土样,其水深为 $3 \sim 5\text{ cm}$;D)将2个萌发盒同时放置在 $20 \sim 25^\circ\text{C}$ 的温室中自然萌发;在种子萌发期内,及时补水并满足萌发盒内土样的不同水位要求。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于:步骤1)所述植物种类鉴定是在种子自然萌发25天后,对所述萌发盒内萌发植物的物种进行鉴定,平均每10天鉴定一次;整个鉴定期为 $1 \sim 9$ 个月。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于:步骤1)所述数量统计是指通过统计萌发盒中萌发种子的数量经下述公式获得 $1m^2$ 所选湿地内种子萌发的数量:

$$Y=X \text{ 粒} \times 2 \times 1m^2 / [\pi \times (0.04m/2)^2 \times 5];$$

其中,X粒为两个萌发盒中萌发湿地植物数量多的一盒中萌发的种子总数;

$\pi \times (0.04m/2)^2$ 指内径为 4 cm 的取样器面积;

5为取土芯的数量;2为萌发盒的数量;

Y为 $1m^2$ 所选湿地内种子萌发的数量;

当萌发的湿地植物物种数为所述健康湿地的湿地植物物种数的 $1/2 \sim 2/3$,且萌发的

湿地植物种子数量 ≥ 2000 粒/ m^2 条件的退化湿地面积 \geq 退化湿地总面积的 $2/3$ 时,确定该退化湿地为具备恢复条件的退化湿地,同时确定退化湿地种子库中占优势的植物类型。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于:所述退化湿地是指因干旱缺水退化的湿地或排水后改作它用的湿地。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于:步骤2)所述土壤种子库中的优势植物类型分别为沉水植物、浮叶植物、挺水植物或湿生植物;其中以沉水植物、浮叶植物或挺水植物为优势植物类型,在补水过程中控制该退化湿地的地表水位的深度为 $0 \sim 100\text{cm}$;以湿生植物为优势植物类型,且目标是恢复湿生植物群落时,在补水过程中控制该退化湿地的土壤含水量为 $40\% \sim 50\%$ 。

8. 根据权利要求1-7任一项所述的方法,其特征在于:当沉水植物为占优势的植物类型,且目标是恢复沉水植物群落时,控制其地表水位为 $30\text{cm} \sim 100\text{cm}$;当浮叶植物为占优势的植物类型,且目标是恢复浮叶和沉水植物群落时,控制其地表水位为 $20\text{cm} \sim 80\text{cm}$;当挺水植物为占优势的植物类型,且目标是恢复挺水植物群落时,控制其地表水位为 $0\text{cm} \sim 50\text{cm}$ 。

9. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于:所述占优势的植物类型确定方式为:在所述退化湿地土壤种子库中,所述沉水植物、浮叶植物、挺水植物或湿生植物中任一种萌发的种子数量超过已萌发的湿地植物种子总数的 50% ,则确定其为占优势的植物类型;若该退化湿地土壤种子库中,沉水植物、浮叶植物、挺水植物和湿生植物中至少2种混合生长,以萌发的物种数最多的植物类型为优势植物类型;若有2种或2种以上物种数相同的植物类型,选择其中种子数量最多的为优势植物类型。

10. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于:步骤3)所述重要值的获取方式为:先利用所述样带和样方的方式记录该已恢复退化湿地地表植被的植物种类、每种株数、每种植物平均株高、总盖度和每种植物的分盖度;再将记录的数据代入下述公式计算:

重要值 = (相对密度 + 相对频度 + 相对盖度) / 3;

其中:相对密度 = (某个种的密度 / 全部种的总密度) $\times 100\%$;

相对盖度 = (某个种的盖度 / 全部种的总盖度) $\times 100\%$;

相对频度 = (某个种的频度 / 所有种的总频度) $\times 100\%$;

所述密度为单位面积上的植物株数,用公式表示 $d=N/S$;

其中: N 为所选样方内某种植物的个体数目, S 为所选样方的面积;

盖度为所述植物在地表上的部分垂直投影面积占样地总面积的百分比;

频度为某植物种类出现的样方数 / 样方总数 $\times 100\%$ 。

一种退化湿地植被原位恢复的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种退化湿地植被恢复的方法；具体讲是一种退化湿地植被原位恢复的方法。

背景技术

[0002] 湿地与陆地、海洋并称全球三大生态系统，其生态服务价值和服务功能在三大生态系统中首屈一指。由于人类过度利用和气候变化的影响，湿地在我国仍呈总体退化趋势，严重影响国家生态安全和社会经济的可持续发展，恢复受损湿地已成为国家生态建设的重点。

[0003] 湿地恢复是指通过生态技术或生态工程对退化或消失的湿地进行修复或重建，再现其干扰前的结构和功能，以及相关的物理、化学和生物学特性；或根据现有条件和目标重建为不完全相同于干扰前的特性，使其发挥相应的生态功能和提供多种服务价值。

[0004] 植被恢复是湿地恢复的两大技术难点之一，目前主要用于湿地植被恢复的技术是定植/回归技术，对种子植物而言主要采用的有营养体移植法、草皮移植法和种子播种法。对能够无性繁殖的植物而言，营养体移植不失为成功率较高的好方法，但此法仅适合于小面积或局部植被的恢复，自然性较差，养护成本较高且费工费时，景观单一；草皮移植法成功率高，景观效果好，尤其适用于自然湿地的恢复；但也存在成本较高和对环境损伤较大的缺陷；至于播种法成本较低，易于大面积作业，但目前能用于播种法的湿地恢复植物种类很少，失败的风险较大。

[0005] 到目前为止，还没有看到有关利用自身尚存的土壤种子库进行退化湿地植被原位恢复的技术和成果报道。

发明内容

[0006] 为了克服现有技术中存在的上述缺陷，本发明的目的是提供一种具有多样物种、景观自然性好、易于操作，低人工养护且成功率高的湿地植被原位恢复的方法。

[0007] 为了实现上述目的，本发明采用如下技术方案：一种退化湿地植被原位恢复的方法，其特点为：它是利用选定的退化湿地土壤中尚存的种子库资源对其进行的植被原位恢复；包括步骤如下：

1) 对选定的退化湿地中种子库资源进行调查，通过采样、种子萌发试验、植物种类鉴定和数量统计后，确定该退化湿地是否具备植被原位恢复的条件以及其内种子库中占优势的植物类型；

2) 对步骤1) 满足植被原位恢复条件的区域，依据种子库资源中优势植物类型的不同对其实施补水；在补水过程中控制该退化湿地的地表水位或土壤含水量，控制水位的深度为0~100cm，土壤含水量控制在40%~50%；

3) 经步骤2) 实施补水3~6个月后，对该退化湿地的地表植物进行调查，获取各种地表植物的重要值，并与本地区的同类型健康湿地的物种数进行比较；通过所述重要值获得已

恢复湿地的优势植物群落,且湿地植物的物种数 \geq 所述健康湿地的湿地植物物种数的 1/2 或 \geq 该退化湿地恢复前土壤种子库中已萌发的湿地植物物种数的 1/2,则该退化湿地植被的原位恢复成功,进入步骤 4);否则返回步骤 1);

4)经步骤 3)确定该退化湿地植被原位恢复成功后的第二年春季和第三年春季,对已恢复退化湿地的土壤种子库进行调查,当湿地植物为优势植物群落,土壤种子库中湿地植物物种数 \geq 所述健康湿地植物物种数的 1/2,且湿地植物已萌发的种子数量 ≥ 3500 粒/ m^2 时,所述退化湿地恢复完成。3500 粒是根据退化湿地植被恢复成功后通过种子萌发试验统计得到的。当在恢复成功后的第二年春季前和第三年春季前进行土壤种子库调查,发现恢复后地表植被多样性好的区域,土壤种子库中的湿地植物已萌发种子数均能够达到 3500 粒/ m^2 。

[0008] 上述步骤 1)中的采样是采用设置样带和样方的方式;其中,样方的选取依据在该退化湿地中所选样带范围内灌木盖度的大小确定;灌木的盖度 $< 25\%$ 时,确定为草本植物样方;当草本植物平均高度 $< 2m$ 时,样方面积取 $1m \times 1m$;草本植物平均高度 $\geq 2m$ 时,样方面积取 $2m \times 2m$;灌木的盖度 $\geq 25\%$ 时,确定为灌木样方;当灌木平均高度 $\geq 3m$ 时,样方面积取 $4m \times 4m$;灌木平均高度 $1 \sim 3m$ 时,样方面积取 $2m \times 2m$;灌木平均高度 $< 1m$ 时,样方面积取 $1m \times 1m$ 。

[0009] 上述种子萌发试验的具体操作为:A)将取自同一样方内的 5 个土芯混匀;混匀后的土样先经孔径为 0.2mm 的网筛筛洗;B)选用 2 个同样大小的萌发盒,该萌发盒内装有 2~4cm 厚的基质土;C)将经步骤 A)筛洗后的土样均分为 2 份;其中,1 份土样平铺于一萌发盒内,保持萌发盒内的土壤湿润;另 1 份土样平铺于另一萌发盒内,并在其上浇水且淹没该土样,其水深为 3~5cm;D)将 2 个萌发盒同时放置在 20-25 $^{\circ}C$ 的温室中自然萌发;在种子萌发期内(指适宜不同种子萌发的整个生长季),及时补水并满足萌发盒内土样的不同水位要求。

[0010] 上述步骤 1)中的植物种类鉴定是在种子自然萌发 25 天后,对所述萌发盒内萌发植物的物种进行鉴定,平均每 10 天鉴定一次;整个鉴定期为 1~9 个月。

上述步骤 1)中的数量统计是指通过统计萌发盒中萌发种子的数量经以下公式获得 $1m^2$ 所选湿地内种子萌发的数量:

$$Y=X \text{ 粒} \times 2 \times 1m^2 / [\pi \times (0.04m/2)^2 \times 5];$$

其中,X 粒为两个萌发盒中萌发湿地植物数量较多的一盒中的萌发种子总数;

$\pi \times (0.04m/2)^2$ 指内径为 4cm 的取样器面积;

5 为取土芯的数量;2 为萌发盒的数量;

Y 为 $1m^2$ 所选湿地内种子萌发的数量;

当 X 粒为其中的湿地植物种子总数时,Y 为 $1m^2$ 内湿地植物种子萌发的数量。

[0011] 当萌发的湿地植物物种数达到所述健康湿地的湿地植物物种数的 1/2~2/3,且萌发的湿地植物种子数量 ≥ 2000 粒/ m^2 条件的退化湿地面积 \geq 退化湿地总面积的 2/3 时,确定该退化湿地为具备恢复条件的退化湿地,同时确定退化湿地种子库中占优势的植物类型。2000 粒/ m^2 是根据在恢复之前对种子库中可萌发湿地植物种子数量的统计得到的。当湿地植物可萌发种子达到 2000 粒/ m^2 时,当年就能取得很好的恢复效果。低于 2000 粒/ m^2 时的恢复速度要慢一些,当年的恢复效果会略差一点。

[0012] 满足恢复条件的面积 \geq 退化湿地总面积的 2/3 时,可以整体采用该方法。因为剩

余的 1/3 即使达不到要求,但是根据种子传播的规律,恢复区域内原来不满足要求的种子库在 2 年左右的时间就可以通过种子传播达到要求,没有必要采用更多的人为干扰和花费较大的投入。

[0013] 上述的退化湿地是指因干旱缺水退化的湿地或排水后改作它用的湿地;

上述土壤种子库中的优势植物类型分别为沉水植物、浮叶植物、挺水植物或湿生植物;其中以沉水植物、浮叶植物或挺水植物为优势植物类型,在补水过程中控制该退化湿地的地表水位的深度为 0 ~ 100cm;以湿生植物为优势植物类型,且目标是恢复湿生植物群落时,在补水过程中控制该退化湿地的土壤含水量为 40% ~ 50%。

[0014] 当沉水植物为占优势的植物类型,且目标是恢复沉水植物群落时,控制其地表水位为 30cm ~ 100cm;当浮叶植物为占优势的植物类型,且目标是恢复浮叶和沉水植物群落时,控制其地表水位为 20cm ~ 80cm;当挺水植物为占优势的植物类型,且目标是恢复挺水植物群落时,控制其地表水位为 0cm ~ 50cm。

[0015] 上述占优势的植物类型确定方式为:在该退化湿地土壤种子库中,所述沉水植物、浮叶植物、挺水植物或湿生植物中任一种萌发的种子数量超过已萌发的湿地植物种子总数的 50%,则确定其为占优势的植物类型;若该退化湿地土壤种子库中,沉水植物、浮叶植物、挺水植物和湿生植物中至少 2 种混合生长,以萌发的物种数最多的植物类型为优势植物类型;若有 2 种或以上物种数相同的植物类型,选择其中种子数量最多的为优势植物类型。

[0016] 上述重要值的获取方式为:先利用所述样带和样方的方式记录该已恢复退化湿地地表植被的植物种类、每种株数、每种植物平均株高、总盖度和每种植物的分盖度;再将记录的数据代入下述公式计算:

重要值 = (相对密度 + 相对频度 + 相对盖度) / 3;

其中:相对密度 = (某个种的密度 / 全部种的总密度) × 100%;

相对盖度 = (某个种的盖度 / 全部种的总盖度) × 100%;

相对频度 = (某个种的频度 / 所有种的总频度) × 100%;

所述密度为单位面积上的植物株数,用公式表示 $d=N/S$;

其中:N 为所选样方内某种植物的个体数目,S 为所选样方的面积;

盖度为所述植物在地表上的部分垂直投影面积占样地总面积的百分比;

频度为某植物种类出现的样方数 / 样方总数 × 100%。

[0017] 由于本发明采用了上述技术方案,其有益效果如下:1) 本发明可充分利用退化湿地土壤中尚存的种子库资源,操作简便、低人工维护、植被恢复速度快、恢复效果显著;2) 本发明的方法适用性广,可满足不同退化阶段、不同恢复需求的退化湿地。3) 按照目前湿地工程中每平米绿植 60 元投资的造价,一亩湿地恢复按 50% 的面积需要绿植计算,需要投入约 20000 元,而采用种子库技术,每亩成本至少可以降低 10000 元,降低成本 50%。采用本发明所述的原位法恢复植被,不仅可大大减少湿地恢复的投入成本,而且能够获得更高的生物多样性和景观自然性,具有很高的性价比。

具体实施方式

[0018] 土壤种子库是指土壤表面或基质中具有繁殖能力的种子、果实、以及无性繁殖体和其它能再生的植物结构的总称。

[0019] 根据研究进展,指导湿地恢复的理论主要有次生演替理论、自设计理论和入侵理论。次生演替理论认为只要将受损生态系统的生境条件(对湿地而言最重要的是水文条件)恢复至受损前的状态,该系统的植被便可以循序地按照一定演替轨迹自动向前发展,直至恢复至受损前水平。自设计理论认为,在微型干扰下,沼泽湿地可自动恢复。但这两种理论均未考虑缺乏土壤种子库的情况和人类干扰在整个恢复进程中的重要作用,且湿地恢复的时间通常需要 15~20 年。入侵理论主要指外来种或非湿地种对湿地植被的影响,目标种、非目标种以及外来种在受损湿地中的定居和扩散等都可用该理论描述。

[0020] 本发明主要是依据上述的次生演替理论和自设计理论进行的实验,并将这两种理论忽略的种子库和人类的适度干扰作为重要条件加以考虑,从而加速了湿地植被恢复的进程,使用本发明 1~2 年内就能取得显著的恢复效果。

[0021] 本发明采用的方法,包括与本地区同类型健康湿地植被进行比较的步骤,以及利用该退化湿地土壤中尚存的种子库资源进行植被原位恢复的步骤;具体可分为以下四个步骤:

步骤一、对选定的退化湿地中种子库资源进行调查,通过采样、种子萌发试验、植物种类鉴定和数量统计后,确定该退化湿地是否具备植被原位恢复的条件以及其内种子库中占优势的植物类型。

[0022] 上述采样是采用设置样带和样方的方式;其中,样方的选取依据在该退化湿地中所选样带范围内灌木盖度的大小确定;灌木的盖度 < 25% 时,确定为草本植物样方;当草本植物平均高度 < 2m 时,样方面积取 1m×1m;草本植物平均高度 ≥ 2m 时,样方面积取 2m×2m;灌木的盖度 ≥ 25% 时,确定为灌木样方;当灌木平均高度 ≥ 3m 时,样方面积取 4m×4m;灌木平均高度 1~3m 时,样方面积取 2m×2m;灌木平均高度 < 1m 时,样方面积取 1m×1m。

[0023] 上述种子萌发试验的具体操作为:A)将取自同一样方内的 5 个土芯混匀;混匀后的土样先经孔径为 0.2 mm 的网筛筛洗;B)选用 2 个同样大小的萌发盒,该萌发盒内装有 2~4cm 厚的基质土;C)将经步骤 A)筛洗后的土样均分为 2 份;其中,1 份土样平铺于一萌发盒内,保持萌发盒内的土壤湿润;另 1 份土样平铺于另一萌发盒内,并在其上浇水且淹没该土样,其水深为 3~5cm;D)将 2 个萌发盒同时放置在 20-25℃ 的温室中自然萌发;在种子萌发期内(指适宜不同种子萌发的整个生长季),及时补水并满足萌发盒内土样的不同水位要求。

[0024] 上述植物种类鉴定是在种子自然萌发 25 天后,对所述萌发盒内萌发植物的物种进行鉴定,平均每 10 天鉴定一次;整个鉴定期为 1~9 个月。

[0025] 上述数量统计是指通过统计萌发盒中萌发种子的数量经以下公式获得 1m² 所选湿地内种子萌发的数量:

$$Y = X \text{ 粒} \times 2 \times 1\text{m}^2 / [\pi \times (0.04\text{m}/2)^2 \times 5];$$

其中, X 粒为两个萌发盒中萌发湿地植物数量较多的一盒中的萌发种子总数;

$\pi \times (0.04\text{m}/2)^2$ 指内径为 4cm 的取样器面积;

5 为取土芯的数量;2 为萌发盒的数量;

Y 为 1m² 所选湿地内种子萌发的数量;

当 X 粒为其中的湿地植物种子总数时, Y 为 1m² 内湿地植物种子萌发的数量。

[0026] 当萌发的湿地植物物种数达到所述健康湿地的湿地植物物种数的 $1/2 \sim 2/3$, 且萌发的湿地植物种子数量 ≥ 2000 粒 / m^2 条件的退化湿地面积 \geq 退化湿地总面积的 $2/3$ 时, 确定该退化湿地为具备恢复条件的退化湿地, 同时确定退化湿地种子库中占优势的植物类型。

[0027] 上述占优势的植物类型的确定方式为: 若上述退化湿地土壤种子库中, 某一类型湿地植物萌发的种子数量占萌发的湿地植物种子总数的 50% 以上, 则确定该植物类型为占优势的植物类型; 若沉水植物、浮叶植物、挺水植物、湿生植物混合生长, 某一植物类型的物种数在 4 种类型中最多, 种子的数量也较多时, 确定该类型植物为优势植物类型。此处应优先考虑某一类型的物种数, 再考虑种子数量。

[0028] 具体操作为:

1、通过对选定的已退化湿地和本地区同类型健康湿地设置调查样点、样带和样方的方式选择试样; 对于待恢复区域的地形复杂或变化较大时, 调查样点应涵盖不同类型区域或发生变化区域; 样带的选择应能较好地反映地表植被类型和植物群落的基本特征。

[0029] 样点、样带和样方的选择根据《全国湿地资源调查技术规程》(国家林业局 2010 年试行版) 用常规的方法进行。

[0030] 本实施方式中, 退化湿地的样点是沿河岸或湖岸岸边的水平线选取 5 ~ 10 个调查点设置调查样带, 每个样点的宽度为 100-200m;

在每个调查样点沿河岸或湖岸的垂直方向由水中向岸边延伸, 等距间隔设三条调查样带, 相邻 2 条调查样带之间的间隔为 50 ~ 100m; 在每条调查样带的岸上部分等距取 3 ~ 5 个样方, 水中则根据群落特点取 2 ~ 3 个样方;

选取样方的大小需根据草本植物和灌木的盖度不同进行选择; 当草本植物群落中出现少量的灌木, 且灌木的盖度 $< 25\%$ 时, 按草本植物样方选取; 当地表植被群落中灌木盖度 $\geq 25\%$ 时, 按灌木样方选取, 同时对灌木区域中草本植物占优势的群落另作草本植物样方选取。

[0031] 不管以何种植物为准进行取样, 均应满足以下条件:

如果按草本植物选取, 当草本植物平均高度 $< 2m$ 时, 每个样方的取样面积为 $1m \times 1m$; 当草本植物平均高度 $\geq 2m$ 时, 每个样方的取样面积为 $2m \times 2m$;

如果按灌木选取, 当灌木平均高度 $\geq 3m$ 时, 样方的取样面积为 $4m \times 4m$; 当灌木平均高度在 $1 \sim 3m$ 之间时, 样方的取样面积为 $2m \times 2m$; 灌木平均高度 $< 1m$ 时, 样方的取样面积为 $1m \times 1m$ 。

[0032] 在一个样方内, 取 5 次样, 用内径为 4 cm 的取土器进行取样, 取土深度为 0 ~ 6 cm。每个样方中取出 5 个呈梅花形的土芯, 装入封口袋, 带回实验室进行种子萌发实验。

[0033] 2、种子萌发试验; A) 将取自同一样方内的 5 个土芯混匀; 混匀后的土样先经孔径为 0.2 mm 的网筛筛洗, B) 选用 2 个同样大小的萌发盒, 在萌发盒内分别铺装有 2 ~ 4cm 厚的基质土; C) 将经步骤 A) 筛洗后的土样均分为 2 份; 其中, 1 份土样平铺于一萌发盒内, 该萌发盒内的土壤保持湿润即可; 另 1 份土样平铺于另一萌发盒内, 并在其上浇水且淹没该土样, 其水深为 3 ~ 5cm; 所述萌发盒的大小为 $15cm \times 30cm \times 10cm$; D) 将 2 个萌发盒同时放置在 $20-25^{\circ}C$ 的温室中自然萌发; 在种子萌发期内 (指适宜不同种子萌发的整个生长季), 及时补水并满足萌发盒内土样的不同水位要求; 萌发盒内铺装的基质土为经过 $130^{\circ}C$ 烘箱

处理 3h 后的沼泽土。

[0034] 3、植物种类鉴定 ;种子萌发 25 天后对其内植物的种类进行鉴定,统计每个萌发盒内植物萌发的种类和数量 ;平均每 10 天鉴定一次,对萌发出的幼苗进行鉴定、计数后应尽快移出 ;对植株较大但无法鉴定的幼苗移栽至培养箱内继续培养,直至能够鉴定为止。鉴定期为 1 ~ 9 个月,一般情况下,种子萌发持续 8 个月后不再有新的植物萌发,延期 1 个月至 9 月末结束植物鉴定。

[0035] 本地区同类型健康湿地的土壤种子库的调查方法参照上述方法,与已退化湿地选样方式的区别在于每个调查样带的长度为从水中直至湿地的边界,湿地边界是指超过此点植物以中生植物为优势的区域边缘。

[0036] 4、数量统计 ;当萌发的湿地植物物种数达到本地区同类型健康湿地萌发的湿地植物物种数的 $1/2 \sim 2/3$,且萌发的湿地植物种子数量 ≥ 2000 粒 / m^2 条件的退化湿地面积 \geq 该退化湿地总面积的 $2/3$ 时,可以确定整个退化湿地为具备原位恢复条件的退化湿地 ;同时确定退化湿地土壤种子库中占优势的植物类型的分布区域,为湿地恢复补水的水位控制提供依据。当湿地植物可萌发种子数量达到 2000 粒 / m^2 以上的区域不到退化湿地面积的 $1/2$ 时,只能在达到上述指标的区域采用该原位法进行植被恢复 ;达不到上述指标的区域需要采用其他的方法进行植被恢复。

[0037] 占优势植物类型的确定方式为 :统计退化湿地土壤种子库中萌发出的湿地植物的种类,并分别按照沉水植物、浮叶植物、挺水植物、湿生植物进行分类,定位到退化湿地的相应样方和样带中,按照某一类型的物种数统计,哪一类型的物种数在 4 种类型中最多,种子的数量也较多时,则确定该类型植物为优势植物类型,补水时应尽可能按照该类型的水位要求控制水位。此处应优先考虑某一类型的物种数,再考虑种子数量。

[0038] 上述数量统计是指通过统计萌发盒中萌发种子的数量经以下公式获得 $1m^2$ 所选湿地内种子萌发的数量 :

$$Y = X \text{ 粒} \times 2 \times 1m^2 / [\pi \times (0.04m/2)^2 \times 5]$$

其中, X 粒为两个萌发盒中萌发湿地植物数量较多的一盒中的萌发种子总数 ;

$\pi \times (0.04m/2)^2$ 指内径为 4cm 的取样器面积 ;

5 为取土芯的数量 ;2 为萌发盒的数量 ;

Y 为 $1m^2$ 内种子萌发的数量 ;

由于萌发条件分为水淹和湿润两种处理,因此,种子数量统计时只统计在两种处理下湿地植物种子萌发数量最多,也就是两种处理条件下其中一盒最适宜湿地植物种子萌发的水位条件下的种子数量,乘以 2,代表两个萌发盒中萌发植物的全部种子数量。

[0039] 步骤二 :对步骤一满足植被原位恢复条件的区域,依据种子库资源中优势植物类型的不同对其实施补水 ;在补水过程中控制该退化湿地的地表水位或土壤含水量,控制水位的深度为 0 ~ 100cm,土壤含水量控制在 40% ~ 50% ;

退化湿地是指因干旱缺水退化的湿地或排水后改作它用的湿地 ;

土壤种子库中占优势的植物类型为沉水植物、浮叶植物、挺水植物或湿生植物 ;

地表水位的控制分别为 :当占优势的植物类型为沉水植物,且目标是恢复沉水植物群落时,控制水位为 30cm ~ 100cm ;当占优势的植物类型含有浮叶植物,且目标是恢复浮叶和沉水植物群落时,控制水位为 20cm ~ 80cm ;当占优势的植物类型为挺水植物,且目标是恢

复挺水植物群落时,控制水位为 0cm ~ 50cm ;当占优势的植物类型为湿生植物,且目标是恢复湿生植物群落时,控制土壤含水量 40% ~ 50%。

[0040] 具体操作为:

土壤种子库中占优势的植物类型是指沉水植物、浮叶植物、挺水植物和湿生植物;按照该区域湿地植物的自然分布与水位梯度的关系,在水深 100cm 左右且透明度较好的区域,适宜生长沉水植物;在水深 30cm ~ 100cm 的区域,适宜生长浮叶和沉水植物;在水深 50cm 以内适宜生长挺水植物;在土壤含水量 40% 左右适宜生长湿生植物。根据实际情况,退化湿地的地表水位及土壤含水量的控制通常按照以下指标进行:

1、该区域的土壤种子库中以沉水植物为占优势的植物,且目标是恢复沉水植物群落时,水位控制在水深 30cm ~ 100cm,低洼处或河道和湖库中部水位相应较深,边缘处可在 30cm 左右;

2、该区域的土壤种子库中含有浮叶植物,且目标是恢复浮叶和沉水植物群落时,水位控制在水深 20cm ~ 80cm,低洼处或河道和湖库中部水位相应较深,边缘处在 20cm 左右;

3、该区域的土壤种子库中以挺水植物为占优势的植物,且目标是恢复挺水植物群落时,水位控制在水深 0 ~ 50cm,低洼处或河道和湖库中部水位相应较深,边缘处可在 10cm 左右;

4、该区域的土壤种子库中以湿生植物为占优势的植物,且目标是恢复湿生植物群落时,土壤含水量控制在 40% 左右或稍高。

[0041] 湿地恢复补水的水源主要为地表水或经过处理达标排放的中水;其中,地表水以从河、湖、库引水为宜,中水以达到排放标准(符合国标,一级 B 以上)为宜。在恢复初期,水深可按上述水位标准减半,随着种子萌发和植物的生长,可逐渐提高相应恢复区的水位达到上述标准。只有在特殊情况下才考虑抽取地下水进行应急补水和湿地恢复。

[0042] 由于退化湿地通常是指因干旱缺水退化的湿地或排水后改作它用的湿地,在缺水干旱而导致的退化湿地补水前,应确定不同区域补水后的水位高程,根据水位高程的现状确定是否需要进行微地形改造或是否需要在退化湿地适当的部位设置控制水位的涵闸等辅助设施控制水位和土壤含水量。

[0043] 步骤三、经步骤二实施补水 3 ~ 6 个月后,对已恢复退化湿地的地表植物进行调查,获取各种地表植物的重要值,并与本地区的同类型健康湿地的物种数进行比较;通过所述重要值获得已恢复湿地中湿地植物为优势植物群落,且湿地植物的物种数 \geq 所述健康湿地的湿地植物物种数的 1/2 或 \geq 该退化湿地恢复前土壤种子库中已萌发的湿地植物物种数的 1/2,则该退化湿地植被的原位恢复成功,进入步骤四;否则返回步骤一;

所述退化湿地植被原位恢复成功是指通过所述样带和样方的方式记录该已恢复退化湿地地表植被的植物种类、每种株数、每种植物平均株高、总盖度和每种植物的分盖度获取所述植物类型的重要值;再将该重要值与所述健康湿地各种植物的重要值进行比较,通过统计已恢复退化湿地中湿地植物萌发的种子数量确定的。

[0044] 其中,同类型健康湿地是指目前没有发生退化现象、湿地的生境类型和与待恢复的退化湿地之前相同或相近的湿地。前述的生境类型通常是指河流型湿地、湖泊型湿地或沼泽型湿地中的任一种。

[0045] 具体操作为:

1、通过设置样带和取样方式对已恢复湿地的地表植被调查,每个调查样带的长度为从水中垂直河滨或湖滨沿伸至恢复区域的边界;本地区同类型健康湿地的地表植被调查,每个调查样带长度为从水中至湿地的边界。湿地的边界指当中生植物占地表植被优势时的植被边缘。其中,水中距河滨或湖滨的距离可按水深为 100cm 处距河滨或湖滨的最近部位算起;水深最深处不足 100cm 的,或水深为 100cm 的部位离岸边远于 25m 时,可选择距河滨或湖滨 25m 处为水中样带的起点,对河流宽度小于 50m,水深小于 100cm 的,可以河中央作为样带起点。

[0046] 2、调查内容

① 记录每个样方内的植物种类、每种株数、每种植物平均株高、总盖度和每种植物分盖度;得到该恢复湿地的各种植物的重要值,获得恢复湿地的优势植物群落数据。对于水中的沉水植物、浮叶植物只记录物种数,不需要计算重要值;

② 样方内的土壤含水量,可用相关仪器,如土壤水分测定仪现场测定,也可取土样密封后实验室测定;

③ 样方周围有样方内未记录到的植物种类时,归到相近样方作为补录,记入地表植物种类。

[0047] 3、地表植被的统计

① 按照水位变化梯度分别统计不同地段内的沉水植物、浮叶植物、挺水植物、湿生植物和中生植物,定位到相应区域,并统计相对应的土壤含水量;

② 计算已恢复湿地和健康湿地各种植物的重要值和优势群落的土壤含水量;对于水中的沉水植物、浮叶植物只记录物种数,用作下述步骤④中的比较;

③ 根据重要值获取已恢复湿地和健康湿地的优势植物种类,对照当地湿地植物名录或中国湿地植物名录,即可确定优势植物是否为湿地植被;

④ 当已恢复的湿地中湿地植物为优势植物群落,且湿地植物的物种数 \geq 所述健康湿地的湿地植物物种数的 1/2 或 \geq 该退化湿地恢复前土壤种子库中能萌发的湿地植物物种数的 1/2,表明该退化湿地的原位恢复成功。

[0048] 上述的重要值(important value, I. V.)是由美国人 J. T. Curtis 和 R. P. McIntosh (1951) 提出的,其含义是指某个种的植物在植物群落中的地位和作用的综合数量指标:

重要值采用如下公式计算:

$$\text{重要值} = (\text{相对密度} + \text{相对频度} + \text{相对盖度}) / 3$$

其中:相对密度 = (某个种的密度 / 全部种的总密度) \times 100%

相对盖度 = (某个种的盖度 / 全部种的总盖度) \times 100%

相对频度 = (某个种的频度 / 所有种的总频度) \times 100%

密度是指单位面积上的植物株数,用公式表示为: $d=N/S$;

其中, N 为所选样方内某种植物的个体数目, S 为所选样方的面积;

盖度是指植物在地表上的部分垂直投影面积占所选样地总面积的百分比。

[0049] 频度:即某个物种在调查范围内出现的频率;常按包含该种个体的样方数占全部样方数的百分比来计算,即:频度 = 某物种出现的样方数 / 样方总数 \times 100%。

[0050] 实例 1:

选定一已退化湿地,利用其土壤中尚存的种子库资源对该退化湿地进行植被原位恢

复,其中,重要值的计算如下:

(1)通过对同类型的健康湿地进行采样、种子萌发试验、植物种类鉴定和数量统计,得到湿地植物和非湿地植物的物种总数 47 种,其中湿地植物为 38 种。

[0051] 以其中一种三叶鬼针为例进行重要值的计算:

$$\begin{aligned} \text{重要值} &= (\text{相对密度} + \text{相对频度} + \text{相对盖度}) / 3 \\ \text{三叶鬼针的重要值} &= (407/2122 \times 100\% + 0.5/8.5 \times 100\% + 164/615 \times 100\%) / 3 \\ &= (26.30\% + 5.88\% + 26.67\%) / 3 \\ &= 19.62\% \end{aligned}$$

其中,相对密度为: $407/2122 \times 100\%$

相对频度为: $0.5/8.5 \times 100\%$

相对盖度为: $164/615 \times 100\%$

按照上述方式对 38 种湿地植物、9 种非湿地植物逐一进行重要值的计算,选出重要值占前 10 位的植物物种;

其中湿地植物有 9 种:三叶鬼针,19.62%;扁秆蔗草,16.54%;飘拂草,10.35%;朝天委陵菜,8.57%;白磷莎草,5.31%;针蔺,2.01%;艾蒿,1.16%;茭白,0.97%;旋覆花,0.88%;非湿地植物只有 1 种,为狗牙根,其重要值为 2.51%;将前述 9 种湿地植物重要值相加之和,得到该健康湿地的湿地植物重要值为 65.41%;非湿地植物只有一种,其重要值占 2.51%,湿地植物的重要值远远大于非湿地植物的重要值,因而可以确定该健康湿地的优势植物为湿地植物。

[0052] (2)通过对已恢复的退化湿地进行采样、种子萌发试验、植物种类鉴定和数量统计,得到湿地植物和非湿地植物的物种总数 39 种,其中湿地植物为 28 种。

[0053] 取已恢复湿地中浮叶植物香蒲为例,进行重要值的计算:

$$\begin{aligned} \text{香蒲的重要值} &= (246/1734 \times 100\% + 0.5/7.2 \times 100\% + 180/486 \times 100\%) / 3 \\ &= (14.19\% + 6.90\% + 37.04\%) / 3 \\ &= 19.36\% \end{aligned}$$

其中,相对密度为: $246/1734 \times 100\%$

相对频度为: $0.5/7.2 \times 100\%$

相对盖度为: $180/486 \times 100\%$

按照上述方式对 28 种湿地植物、11 种非湿地植物分别进行重要值的计算,选出重要值占前 10 位的植物物种;

其中湿地植物有 9 种:香蒲,19.36%;旋覆花,12.34%;水芹,8.06%;芦苇,4.83%;艾蒿,3.31%;水蓼,2.89%;扁秆蔗草,1.19%;苦菜,0.98%;细裂叶蒿,0.76%;非湿地植物只有一种,披碱草,其重要值为 15.33%;

然后将前述 9 种湿地植物重要值相加之和,得到已恢复退化湿地的湿地植物重要值为 53.72%;非湿地植物只有一种,其重要值占 15.33%,同样,湿地植物的重要值大于非湿地植物的重要值,因而可以确定恢复湿地中的优势植物为湿地植物。

[0054] 根据以上数据的获取和重要值的对比可以确认,恢复湿地中湿地植物的种类为 28 种,高于对照健康湿地中湿地植物 38 种的 1/2 即 19 种;该退化湿地的种子库原位法恢复地表植被获得成功。

[0055] 步骤四、经步骤三确定该退化湿地植被原位恢复成功之后的第二年春季和第三年春季,对已恢复退化湿地的土壤种子库进行调查,当湿地植物为优势植物群落,土壤种子库中湿地植物物种数 \geq 所述健康湿地植物物种数的 1/2,且湿地植物已萌发的种子数量 ≥ 3500 粒 / m^2 时,确定该退化湿地恢复完成。

[0056] 其中,已萌发的植物种子数量采用下述公式统计:

$$Y=X \text{ 粒} \times 2 \times 1m^2 / [\pi \times (0.04m/2)^2 \times 5]$$

其中, X 粒为两个萌发盒中萌发湿地植物数量较多的一盒中的萌发种子总数;

$\pi \times (0.04m/2)^2$ 指内径为 4cm 的取样器面积;

5 为取土芯的数量;2 为萌发盒的数量;

Y 为 $1m^2$ 内种子萌发的数量;

当 X 粒为其中的湿地植物种子总数,设为 X 湿, Y 为 $1m^2$ 内湿地植物种子萌发的数量,设为 Y 湿。

[0057] 实例 2:

以对健康湿地和恢复后湿地进行植物调查及种子库数量调查的结果为例:

(1) 通过对同类型的健康湿地进行采样、种子萌发试验、植物种类鉴定和数量统计,得到原生湿地总植物种为:45 种,其中湿地植物 34 种;设总种子数量为 X 和湿地植物种子数量为 X 湿。

[0058] 调查结果根据公式 $Y=X \text{ 粒} \times 2 \times 1 m^2 / [\pi \times (0.04m/2)^2 \times 5]$

$$Y=148/0.02512$$

$$Y=5879 \text{ 粒} / m^2$$

其中湿地植物种子有 $Y \text{ 湿} = X \text{ 湿} \times 2 \times 1 m^2 / [\pi \times (0.04m/2)^2 \times 5]$

$$Y \text{ 湿} = 113/0.02512$$

$$Y \text{ 湿} = 4498 \text{ 粒} / m^2$$

(2) 通过对已恢复湿地进行采样、种子萌发试验、植物种类鉴定和数量统计,得到恢复湿地总植物种为:36 种,其中湿生植物 24 种;总种子数量 X 和湿地种子数量 X 湿。

[0059] 种子库调查结果根据公式 $Y=X \text{ 粒} \times 2 \times 1 m^2 / [\pi \times (0.04m/2)^2 \times 5]$

$$Y=172/0.02512$$

$$Y=6821 \text{ 粒} / m^2$$

其中湿地植物种子有 $Y \text{ 湿} = X \text{ 湿} \times 2 \times 1 m^2 / [\pi \times (0.04m/2)^2 \times 5]$

$$Y \text{ 湿} = 102/0.02512$$

$$Y \text{ 湿} = 4060 \text{ 粒} / m^2$$

上述 Y 湿为已恢复完成的湿地植物萌发的种子数量;Y 为 $1m^2$ 健康湿地中湿地植物种子萌发的数量;

$$Y \text{ 湿} / Y = 4060/4498 = 90.26\% > 1/2$$

通过以上种植物类对比和种子数目对比:该土壤种子库中湿地植物物种数大于同类型健康湿地植物物种数的 1/2,且恢复后湿地植物的种子数量 ≥ 3500 粒 / m^2 ,该退化湿地的植被原位恢复可以确定完成。

[0060] 恢复前的种子库调查方法和对同类型的健康湿地(或已恢复湿地)进行采样、种子萌发试验、植物种类鉴定和数量统计方法相同,此处不再赘述。