



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0120599

(43) 공개일자 2015년10월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A01G 1/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0046305

(22) 출원일자 2014년04월17일

심사청구일자 2014년04월17일

(71) 출원인

경상대학교산학협력단

경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)

(72) 발명자

양재경

경남 진주시 강변길 31, 103동 402호 (가좌동, 가호에일린의딸)

정지영

경남 사천시 숲피길 96, 가동 403호 (향촌동, 에이스빌라)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 8 항

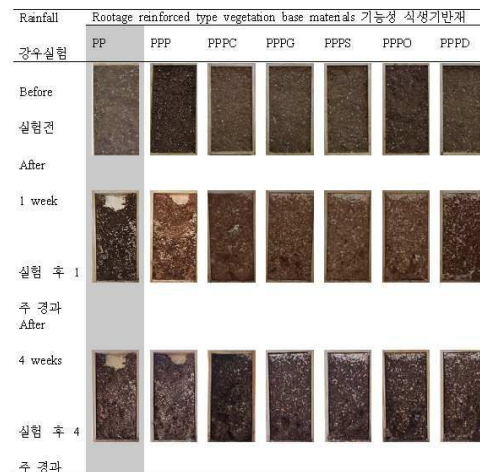
(54) 발명의 명칭 기능성 식생기반재 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명은 피트모스(peat moss) 20 내지 40 중량%, 퍼라이트(perlite) 10 내지 20 중량%, 목질원료 40 내지 50 중량% 및 점증제 20 내지 30 중량%를 포함하는 기능성 식생기반재를 제공한다.

따라서 석산·암반지역의 사면에서 추가적인 구조물 없이 빠른 시간 내에 식생을 활착시킬 수 있다. 제조된 기능성 식생기반재 종자를 뿌리는 경우에 강우에 대한 저항성이 크게 증가되며, 종자의 발아율 또한 증가되고, 식물의 활착 정도를 나타내는 식물의 줄기 및 잎 생장 속도가 크게 증가한다.

대표도 - 도14



(72) 발명자

하시영

경북 구미시 형곡서로 11-15, 102동 1507호 (형곡동, 형곡시영아파트)

김지수

경남 창원시 마산합포구 문화북2길 13, 102호 (문화동, 동성아트빌라)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 S211213L020430

부처명 산림청

연구관리전문기관 산림청

연구사업명 산림과학기초연구지원사업

연구과제명 (4핵심 3세부) 훼손지 생태복원에 적합한 맞춤형 식생기반재 개발

기 여 율 1/1

주관기관 경상대학교 산학협력단

연구기간 2013.04.15 ~ 2014.04.14

명세서

청구범위

청구항 1

피트모스(peat moss) 20 내지 40 중량%, 펄라이트(perlite) 10 내지 20 중량%, 목질원료 40 내지 50 중량% 및 점증제 20 내지 30 중량%를 포함하는 기능성 식생기반재.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 기능성 식생기반재는 피트모스 30중량%, 펄라이트 10중량%, 목질원료 40 중량% 및 점증제 20 중량%를 함유하는 것을 특징으로 하는 기능성 식생기반재.

청구항 3

청구항 1에 있어서, 상기 목질원료는 20 내지 25 kgf/cm² 스팀으로 5 내지 10 분간 폭쇄처리한 칩(Chip) 형태인 참나무, 편백나무, 상수리나무, 갈참나무, 줄참나무, 신갈나무, 굴참나무 및 떡갈나무로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상인 것을 특징으로 하는 기능성 식생기반재.

청구항 4

청구항 1에 있어서, 상기 점증제는 카르복실 메틸 셀룰로오스(carboxyl methyl cellulose), 글루코만난(glucomannan), 전분(starch) 및 종이로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 하는 기능성 식생기반재.

청구항 5

목질원료를 폭쇄처리하는 단계;

피트모스, 펄라이트, 상기 목질원료 및 점증제를 혼합하여 혼합물을 제조하는 단계; 및

상기 혼합물을 건조하는 단계를 포함하는 기능성 식생기반재 제조방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서, 상기 목질원료를 폭쇄처리하는 단계는, 참나무, 편백나무, 상수리나무, 갈참나무, 줄참나무, 신갈나무, 굴참나무 및 떡갈나무로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 나무를 선택하여 칩(Chip) 상태로 가공하고, 20 내지 25 kgf/cm² 스팀으로 5 내지 10 분간 폭쇄한 이후에, 20 내지 80 메쉬(mesh) 크기로 분쇄하는 것을 특징으로 하는 기능성 식생기반재 제조방법.

청구항 7

청구항 5에 있어서, 상기 목질원료를 폭쇄하고, 분쇄한 이후에 유기용매를 첨가하여 100 내지 200 rpm으로 3 시간 내지 24시간 동안 후처리하는 단계를 더 포함하는 기능성 식생기반재 제조방법.

청구항 8

청구항 7에 있어서, 상기 유기용매는 에탄올 또는 이의 수용액인 것을 특징으로 하는 기능성 식생기반재 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 석산·암반지역의 식물 활착을 위해 토질을 개선하고 신속한 식물생장을 도모하는 식생기반재 및 그 제조방법에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 석산·암반지역의 사면은 도로 등의 건설 또는 식생의 퇴화로 인한 토사의 노출로 인하여 침식상태가 가속되고, 다량의 토사를 유출시켜 많은 문제를 일으킨다. 토사의 유출과 침식을 막기 위해 인공적인 시설물을 사용하기도 하나, 식물을 파종하거나, 식재하고 녹화하여 토사의 유실을 막는 방법이 시도되고 있다. 특히 사면에서의 식물의 파종은 비교적 간단한 방법으로 사면의 침식을 막을 수 있다는 점에서 널리 활용되고 있다.
- [0003] 그러나 석산·암반지역의 사면의 환경적인 불리함으로 식생이 제대로 진행되지 못하는 경우가 다수 발생하고, 특히 강우에 의해 파종 또는 식재된 식물이 유실되는 경우가 다수 발행하여 식물의 파종이후 짧은 시간 내에 식물의 활착할 수 있도록 하는 것이 가장 중요하다.
- [0004] 한편 대한민국 공개특허공보 제10-2010-0045280호를 비롯하여, 대한민국 등록특허공보 제10-0748602호 등에서는 절개지 사면 또는 호안 노화용 식생매트를 개시한다. 사면의 절개지의 침식 및 토사 유출을 방지하기 위해 식물을 파종하는 방법이나, 모두 망체 또는 매트를 이용하여 식물의 종자를 사면에 활착시키는 것을 구성으로 하고 있어서, 다양한 각도의 사면에 적용하기 어려우며, 망체 및 식생용 매트를 준비하는 과정이 필요하므로 추가적인 비용이 소모되는 단점이 있으므로, 식물의 종자를 지지하는 구조물 없이 석산·암반지역의 사면에 식물을 활착시키는 식생기반재가 여전히 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 본 발명은, 환경적으로 불리하여 빠른 시간 내에 식물이 뿌리를 내리기 어려운 석산·암반지역의 사면에서 식물 활착을 위한 토질을 개선하고 신속한 식물생장을 도모하는 식생기반재 및 그 제조방법을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0006] 본 발명은, 피트모스(peat moss) 20 내지 40 중량%, 퍼라이트(perlite) 10 내지 20 중량%, 목질원료 40 내지 50 중량% 및 점증제 20 내지 30 중량%를 포함하는 기능성 식생기반재를 제공한다.
- [0007] 또한 기능성 식생기반재는 피트모스 30중량%, 퍼라이트 10중량%, 목질원료 40 중량% 및 점증제 20 중량%를 함유할 수 있다.
- [0008] 또한 상기 목질원료는 20 내지 25 kgf/cm² 스팀으로 5 내지 10 분간 폭쇄처리한 칩(Chip) 형태인 참나무, 편백나무, 상수리나무, 갈참나무, 졸참나무, 신갈나무, 굴참나무 및 떡갈나무로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상일 수 있다.
- [0009] 또한 상기 점증제는 카르복실 메틸 셀룰로오스(carboxyl methyl cellulose), 글루코만난(glucomannan), 전분(starch) 및 종이로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상일 수 있다.
- [0010] 본 발명의 다른 측면에 의하면, 목질원료를 폭쇄처리하는 단계; 피트모스, 퍼라이트, 상기 목질원료 및 점증제를 혼합하여 혼합물을 제조하는 단계; 및 상기 혼합물을 건조하는 단계를 포함하는 기능성 식생기반재 제조방법을 제공한다.
- [0011] 또한 상기 목질원료를 폭쇄처리하는 단계는, 참나무, 편백나무, 상수리나무, 갈참나무, 졸참나무, 신갈나무, 굴참나무 및 떡갈나무로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 나무를 선택하여 칩(Chip) 상태로 가공하고, 20 내지 25 kgf/cm² 스팀으로 5 내지 10 분간 폭쇄한 이후에, 20 내지 60 메쉬(mesh) 크기로 분쇄할 수 있다.
- [0012] 상기 목질원료를 폭쇄하고, 분쇄한 이후에 유기용매를 첨가하여 100 내지 200 rpm으로 3 시간 내지 24시간 동안 후처리할 수 있다.
- [0013] 여기서 상기 목질원료에 대해 유기용매는 에탄올 또는 이의 수용액일 수 있다.
- [0014] 또한 상기 점증제는 카르복실 메틸 셀룰로오스(carboxyl methyl cellulose) 또는 글루코만난(glucomannan)을 선택하여 20 내지 30 분간 교반할 수 있다.
- [0015] 또한 상기 점증제는 전분을 100 ℃에서 5 분간 호화(gelatinization)할 수 있다.
- [0016] 또한 상기 점증제는 종이로서, 골판지 또는 복사용지를 선택하고 표준헤리기를 사용하여 2,500 내지 3,000 rpm

에서 5 내지 10 분간 해리할 수 있다.

발명의 효과

- [0017] 본 발명에 따른 기능성 식생기반재에 의하면 석산·암반지역의 사면에서 추가적이 구조물 없이 빠른 시간 내에 식생을 활착시킬 수 있다. 제조된 식생기반재에 종자를 뿌리는 경우에 강우에 대한 저항성이 크게 증가되며, 종자의 발아율 또한 증가되고, 식물의 활착 정도를 나타내는 식물의 줄기 및 잎 생장 속도가 크게 증가한다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명에 사용된 목질원료인 편백나무 및 참나무의 이미지이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 목질원료의 전처리 후의 이미지이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 목질원료의 분쇄 후의 이미지이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 전처리된 목질원료의 가스크로마토그래피를 나타낸 그래프이다.
- 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 전처리된 목질원료의 검량곡선을 나타낸 그래프이다.
- 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 전처리된 목질원료에서 재배된 시료 종자의 잎 생장을 측정한 이미지이다.
- 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 전처리된 참나무 목질원료의 이미지이다.
- 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 점증제의 이미지이다.
- 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 전처리한 목질원료를 사용하여 배추종자의 발아율을 나타낸 그래프이다.
- 도 10은 후처리 조건에 따른 참나무 목질원료의 발아율을 나타낸 그래프이다.
- 도 11은 참나무 목질원료의 후처리 조건에 따른 길이생장을 나타낸 그래프이다.
- 도 12는 참나무 목질원료의 후처리 조건에 따른 잎 생장결과를 나타낸 그래프이다.
- 도 13는 본 발명의 실시예에 따른 기능성 식생기반재의 강우 유출특성 실험 이미지이다.
- 도 14는 본 발명의 실시예에 따른 기능성 식생기반재의 강우시험 후 표층부의 이미지이다.
- 도 15는 본 발명의 실시예에 따른 기능성 식생기반재의 발아율을 나타낸 그래프이다.
- 도 16은 본 발명의 실시예에 따른 기능성 식생기반재의 줄기생장을 나타낸 그래프이다.
- 도 17은 본 발명의 실시예에 따른 기능성 식생기반재를 사용한 배추종자의 생장을 나타낸 이미지이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 본 발명자는 석산·암반지역의 사면에서 식생의 활착을 증진하기 위해 연구하던 중에 물리·화학적으로 특성이 향상된 목질원료를 사용하는 경우 식생기반재의 식물에 대한 활착능력이 크게 증가하는 것을 확인하고, 목질원료를 유기용매를 사용하여 후처리하는 경우 종자의 발아율, 줄기 및 잎의 생장이 크게 증가하는 것을 확인하여 본 발명을 완성하였다.
- [0020] 또한 점증제를 일정 함량 첨가하는 경우에 강우에 대한 저항성이 매우 증가하여 식생의 활착성능이 매우 증가되는 것을 확인하여 최적의 함량비로 점증제를 함유하는 식생기반재를 완성하였다.
- [0021] 이하, 본 발명을 보다 상세하게 설명한다.
- [0022] 본 발명은 피트모스(peat moss) 20 내지 40 중량%, 퍼라이트(perlite) 10 내지 20 중량%, 목질원료 40 내지 50 중량% 및 점증제 20 내지 30 중량%를 포함하는 기능성 식생기반재를 제공한다.
- [0023] 상기 피트모스는 다량의 수분보유능력을 가지고 있어 종자에 대한 수분공급원으로 사용될 수 있으며, 토양과 혼합되는 경우 토양의 통기성을 증가시켜 뿌리의 생장을 돕는다. 또한 피트모스를 토양에 첨가하면 식생의 공급되는 영양성분이 용탈되는 것을 방지할 수 있으며, 토양이 고착되어 뿌리의 생장에 지장을 주는 것을 방지할 수 있다.
- [0024] 상기 피트모스가 상기 범위를 벗어나는 경우 기능성 식생기반재의 수분공급능력이 저하되어 식물의 활착 능력이

감소되는 문제점이 발생한다.

- [0025] 상기 퍼라이트는 다공성 물질로서 식생기반재에 포함되는 경우 공극을 제공하여 식생기반재가 통기성을 갖게 한다. 퍼라이트가 상기 범위를 초과하여 함유되는 경우 기능성 식생기반재를 사면에 점착시키기 어려우며, 점증제의 사용량을 증가시켜 제조비용이 증가되는 문제가 발생될 수 있다.
- [0026] 상기 목질원료는 참나무, 편백나무, 상수리나무, 갈참나무, 졸참나무, 신갈나무, 굴참나무 및 떡갈나무로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상일 수 있으며, 20 내지 25 kgf/cm² 스팀으로 5 내지 10 분간 폭쇄처리하여 칩 형태로 할 수 있다.
- [0027] 폭쇄처리하는 경우 목질원료로부터 유효한 정유가 추출될 수 있으며, 상기 유효한 정유는 식생에 필요한 탄수화물, 무기물, 무기성분 및 페놀성 화합물을 공급할 수 있다.
- [0028] 상기 점증제는 카르복실 메틸 셀룰로오스(carboxyl methyl cellulose), 글루코만난(glucomannan), 전분(starch) 및 종이로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상일 수 있다.
- [0029] 상기 점증제가 상기 범위를 벗어나는 경우 강우에 대한 저항력이 감소되어 토사 및 종자의 유실이 발생하거나 식생기반재가 사면에 점착할 수 없는 문제가 발생할 수 있다.
- [0030] 상기 폭쇄처리가 상기 조건을 벗어나는 경우 목질원료의 섬유과 찢어지거나, 분말화되지 않고, 변색 또한 일어나지 않으며 기능성 식생기반재가 필요로 하는 유효성분을 추출할 수 없다.
- [0031] 보다 상세하게 상기 기능성 식생기반재는 피트모스 30 중량%, 퍼라이트 10 중량%, 목질원료 40 중량% 및 점증제 20 중량%를 함유할 수 있다.
- [0032] 상기 기능성 식생기반재가 피트모스, 퍼라이트, 목질원료 및 점증제의 함량이 상기 범위를 벗어나는 경우 종자의 발아율이 낮아지며, 식물의 줄기 및 잎 생장이 증가되지 않을 수 있다.
- [0033] 본 발명의 다른 측면에 의하면, 목질원료를 폭쇄처리하는 단계; 피트모스, 퍼라이트, 상기 목질원료 및 점증제를 혼합하여 혼합물을 제조하는 단계; 및 상기 혼합물을 건조하는 단계를 포함하는 기능성 식생기반재 제조방법을 제공한다.
- [0034] 상기 목질원료 폭쇄처리하는 단계는, 참나무, 편백나무, 상수리나무, 갈참나무, 졸참나무, 신갈나무, 굴참나무 및 떡갈나무로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 나무를 선택하여 칩(Chip) 상태로 가공하고, 20 내지 25 kgf/cm² 스팀으로 5 내지 10 분간 폭쇄한 이후에, 20 내지 60 메쉬(mesh) 크기로 분쇄할 수 있다.
- [0035] 상기 폭쇄처리가 상기 조건을 벗어나는 경우 목질원료의 섬유과 찢어지거나, 분말화되지 않는다.
- [0036] 또한 상기 목질원료를 준비하는 단계는, 상기 목질원료를 폭쇄하고, 분쇄한 이후에 유기용매를 사용하여 100 내지 200 rpm으로 3 시간 내지 24시간 동안 후처리하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0037] 여기서 유기용매는 10 % 에탄올을 사용할 수 있다. 에탄올을 사용하는 경우 목질원료에 함유되어 있는 휘발성 화합물 및 비휘발성 화합물을 모두 추출할 수 있다.
- [0038] 상기 후처리하는 단계를 포함하는 경우 종자의 발아율, 식물의 줄기 및 잎 생장율이 크게 증가될 수 있으며, 상기 후처리 조건이 상기 범위를 벗어나는 경우 추출효율이 감소되어 다량의 식생기반재를 제조하기 어려운 문제점이 있다.
- [0039] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 바람직한 실시예를 제시하나, 하기 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐 본 발명의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0040] <실시예 1> 목질원료의 전처리

[0041] 1. 수증기 및 폭쇄처리

[0042] 본 발명에 사용된 목질원료는 대한민국 국내 남부지방에 생육하고 있는 편백나무(Hinoki Cypress) 및 참나무(Oak)를 칩(Chip)으로 제조하여 사용하였다.

[0043] 도 1은 본 발명에 사용된 목질원료인 편백나무 및 참나무의 이미지이다.

[0044] 수증기 전처리 및 폭쇄처리를 적용하였으며, 수증기 전처리는 오토클레이브(autoclave)를 사용하였고, 폭쇄전처리는 경북 대구 소재의 (주)유림하이텍의 폭쇄처리기(steam explosion)를 사용하였다.

[0045] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 목질원료의 전처리 후의 이미지이다.

[0046] 표 1은 전처리 조건을 나타낸 것이다.

[0047] [표 1]

수증기 전처리 및 폭쇄처리.

장비(Apparatus)	전처리조건(Pretreatment conditions)	
	온도(Temperature)	시간(Time)
오토클레이브(Autoclave)	120 °C	10 분
		20 분
		30 분
		5 분
폭쇄기(Steam explosion)	25 kg-f/cm ²	5 분

[0048]

[0049] 2. 생육특성분석용 시료 제조

[0050] 수증기 전처리 및 폭쇄처리된 목질원료의 물리·화학적 특성을 분석하기 위해 전처리된 편백나무 및 참나무 원료를 윌리스 밀로 분쇄한 다음 20 mesh pass/ 80 mesh on 크기의 시료를 분급하여 분석에 이용하였다.

[0051] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 목질원료의 분쇄 후의 이미지이다.

[0052] 목질원료의 물리적 특성을 분석하기 위해 공극률 및 수분보유력을 측정하였다.

[0053] 공극률을 측정하기 위해 아래 부분이 망으로 된 soil can에 전처리 및 폭쇄처리되고 분쇄된 시료(이하 ‘전건시료’)를 넣고 하단부를 거즈로 막은 후 수분으로 포화되도록 물이 채워진 접시에 올려놓은 다음 시료가 물로 포화되었으면 포화된 시료의 무게를 측정한 후 건조기에서 건조시켜 전건시료무게를 측정하였다. 공극률(%)은 하기 식 1에 의하여 계산하였다.

[0054] [식 1]

[0055]
$$P = 100 - (100 \times M_{dr}) / 2.65 \times V_{cor}$$

[0056] 여기서 P = 공극률(%), M_{dr} = 건시료무게(g), 2.65 = 진밀도 (g/cc), V_{cor} = 코어부피(cm³)이다.

[0057] 수분보유력은 전건시료를 흡인여과기(buchner funnel) 위에 올려놓고 물로 포화시킨 후 24시간 동안 중력수가 제거되게 한 다음 시료 무게를 측정하고, 다시 105 °C에서 24시간 건조시킨 후 건조 시료 무게를 측정하였다. 수분보유력(%)은 하기 식 2에 의하여 계산하였다.

[0058] [식 2]

[0059]
$$WHC = (M_{tot} - M_{dr} / M_{tot}) \times 100$$

[0060] 여기서 WHC = 수분 보유력 (%), M_{tot} = 습시료 무게 (g), M_{dr} = 건시료 무게 (g)이다.

[0061] 화학적 특성을 분석하기 위해 탄수화물함량, 무기물함량, C/N 비율 및 무기성분을 측정하였다.

[0062] 탄수화물 함량은 에탄올 추출한 탈지시료를 사용하여 72% 황산(H₂SO₄)으로 30 °C 에서 60 분간 가수분해한 후 증류수를 첨가하여 4% 황산으로 희석시킨 가수분해액을 오토클레이브에서 121 °C에서 1시간 동안 처리한 후 여과하여, 여과액을 알디톨 아세티이트(alditol acetate) 유도체로 전환시켜 가스크로마토그래피(gas chromatography; GC)로 분석하였다. GC 분석 조건은 DB-225 (15 m x 250 μm i.d., 0.25 μm) 컬럼(column)이 장착된 GC(YL-6100, Young Lin Ins. Co., Ltd. Korea)을 사용하였고, 컬럼의 온도는 190 °C에서 1분간 유지하였다가, 10 °C/분으로 220 °C까지 상승 후 10분간 동안 유지하였다.

[0063] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 전처리된 목질원료의 가스크로마토그래피를 나타낸 그래프이다. 그래프는 표준당의 크로마토그램(chromatogram)을 타나낸다.

[0064] 당의 %는 표준 당과의 머무름 시간(retention time)과 각 피크들의 면적비를 비교하여 계산하였다.

[0065] 표2 는 표준 당의 머무름 시간(retention time)을 나타내었다.

[0066] [표 2]

표준 당의 머무름 시간(Retention time of standard sugar).

단당류(Monosaccharide)	아디톨 아세테이트 유도체(Alditol acetate derivative)	머무름 시간 (Retention Time, 분)
아라비노스(Arabinose)	아라비니톨 아세테이트(Arabinitol acetate)	4.1333
자일로스(Xylose)	자일리톨 아세테이트(Xylitol acetate)	4.6617
마노스(Mannose)	만니톨 아세테이트(Mannitol acetate)	6.7142
갈락토스(Galactose)	갈락티톨 아세테이트(Galactitol acetate)	7.1100
글루코스(Glucose)	글루시톨 아세테이트(Glucitol acetate)	7.5542
이노시톨(Inositol)	이노시톨 아세테이트(Inositol acetate)	7.9617

[0067]

[0068] 전건시료 2 g을 정칭하여 도가니에 넣고 600 ± 25 °C의 전기로에서 24시간 동안 완전히 탄화시켜서 ash의 함량을 측정하였다. ash 함량(%)은 하기 식 3에 의하여 계산하였다.

[0069] [식 3]

[0070] $Ash = ash / raw\ material \times 100$

[0071] 여기서 Ash = 무기물 함량 (%), ash = 탄화 후 시료 (g), raw material = 전건 시료 (g)

[0072] C/N 비(carbon/nitrogen ratio)는 시료에 포함되어있는 탄소(C), 수소(H), 질소(N), 황(S) 및 산소(O) 함량을 원소분석기(Flash 2000 Series, Thermo Fisher Scientific Inc, USA)를 이용하여 분석한 다음 확인된 총 탄소 함량에 대한 총 질소 함량의 비율로 계산하였으며, 분석조건은 다음과 같다.

[0073] [표 3]

분석조건(Aalytical conditions of equipment).

Item	조건 (Condition)
시료크기(Sample size)	0.1 ~ 100 mg
측정범위(Measuring range)	0.01 ~ 100%
투입온도(Injection temperature)	1200
캐리어가스(Carrier gas)	He
캐리어가스흐름(Carrier gas flow)	120 cc/min
분석시간(Analysis time)	600 sec
검출기(Detector)	TCD

[0074]

[0075] 무기성분 함량은 전건시료 1 g을 습식분해액(HNO₃ : H₂SO₄ : HClO₄ = 10 : 1 : 4) 25 ml로 분해시킨 후 No. 2 여과지를 이용하여 잔사를 분리하고 여액은 회석하여 분광광도계(ICP spectrometer, OPTIMA 4300 DV/5300 DV, Perkin Elmer, USA)로 함유된 원소의 함량을 정량하였다(RDA, 2000).

[0076] 산도(pH)는 전건시료 10 g에 증류수 50 ml를 가하여 진탕 후 pH meter (Orion, USA)를 사용하여 측정하였다.

[0077] 페놀성 화합물 함량을 측정하기 위해 전건시료 1 g에 아세톤 50 ml를 가하여 실온에서 24 시간동안 추출한 다음 여과하여 분석 시료로 사용하였고, 폴린-데니스(Folin-Denis)법에 의해 비색 정량하였다. 시료 30 µl에 증

류수 3 ml, 발색시약(Folin-Ciocalteu's phenol reagent) 0.1 ml를 가하여 3분간 정치한 후, 20% 탄산나트륨(Na_2CO_3) 0.3 ml 가하여 혼합하고 실온에서 30분간 방치하여 725 nm에서 흡광도를 측정 (U-3000, HITACHI)하였다. 검량곡선은 갈산(gallic acid)을 이용하여 작성하였다).

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 전처리된 목질원료의 검량곡선을 나타낸 그래프이다.

3. 생육특성 분석

공시 초종으로서 (주) WORLD SEED에서 구입한 배추종자(*Brassia campestris*)를 이용하여 식물생장을 비교하였다.

종자의 발아율은 직경 9 cm 페트리 접시(petri dish)에 전건시료 10 g 넣고 그 위에 25립의 종자를 3반복으로 치상한 다음, 수분이 부족하지 않도록 12시간 마다 3 ml의 증류수를 첨가하여 25 °C 암조건에서 5일간 발아 시켰다. 종자의 표피가 터지고 유근이 1 mm 이상 성장한 것을 발아된 종자로 하여, 1일 간격으로 발아한 종자의 수를 조사하였다. 발아율(%)은 하기 식 4에 의하여 계산하였다.

[식 4]

$$SG = (EG / CG) \times 100$$

여기서 SG = 발아율 (%), EG = 시험구의 발아수, CG = 대조구의 발아수이다.

시료의 줄기 성장 정도를 측정하기 위해 페트리 접시 당 7개의 샘플을 채취하여 줄기의 길이를 측정하고 평균값을 계산하였다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 전처리된 목질원료에서 재배된 시료 종자의 잎 생장을 측정한 이미지이다.

<실시예 2> 목질원료의 후처리

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 폭쇄처리된 참나무 목질원료의 이미지이다.

공시재료로써, 25 kgf/cm², 5 분간 폭쇄처리된 참나무(참나무 폭쇄재)를 이용하였다.

폭쇄처리된 참나무와 증류수(distilled water) 및 10% 에탄올(ethanol)을 부피비로 각각 1: 20으로 혼합하여 shaking incubator에서 100 rpm, 30°C, 60°C 온도 조건에서 각각 3, 12 및 24 시간 동안 후처리한 다음 감압 여과를 통해 후처리 참나무원료를 각각 획득하였다. 각 조건별로 획득된 후처리 참나무 원료는 60 °C에서 24 시간동안 건조한 다음 식물생장 평가를 위해 발아율, 길이 성장, 잎 크기를 측정하였다.

표 4는 목질원료의 후처리 조건을 나타낸다.

[표 4]

후처리조건(Post-treatment conditions)		
진행 용매(Progress liquid)	처리조건(Treatment condition)	
	온도(Temperature)	시간(Time)
증류수(Distilled water)	30 °C,	24 h
	60 °C,	3 h
	60 °C,	12 h
에탄올(10% ethanol)	30 °C	24 h
	60 °C	3 h
	60 °C	12 h

<실시예 3> 기능성 식생기반재 제조

[0095] 활착강화형 식생기반재를 제조하기 위하여 기존 식생기반재인 피트모스(peat moss), 퍼라이트(perlite)와 후처리된 참나무 목질원료 그리고 식물활착 및 토양접착성 개선을 위한 첨가제로서 카르복실 메틸 셀룰로오스(carboxyl methyl cellulose; CMC), 글루코만난(glucomannan), 전분(starch), 골판지, 복사용지를 점증제로 사용하였다.

[0096] CMC는 60 ℃ 에서 30 min 교반하였고, 글루코만난은 실온에서 30 분간 교반하였으며, 전분은 100 ℃에서 5 min 간 호화 후 식힌 다음 이용하였다. 골판지 및 복사용지는 표준해리기(SJTM-011, SEJIN, KOREA)를 이용하여 3,000 rpm에서 5 분간 해리 후 이용하였으며 모든 점증제의 최종 농도는 2%로 제조하였다.

[0097] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 점증제의 이미지이다.

[0098] 피트모스, 퍼라이트, 후처리된 참나무 목질원료와 점증제를 각각 3: 1: 4: 2 (w: w: w: w)로 혼합하여 활착강화형 식생기반재를 제조하였다.

[0099] <실험예 1> 전처리한 목질원료의 물성

[0100] 1. 물리적 특성 비교

[0101] 공극률은 식생기반재 원료의 통기성과 통수성을 평가할 지표로서, 일반적으로 식물생장을 위한 식생기반재의 공극률은 60 % 이상이다. 또한 식생기반재 원료의 공극률은 보수성, 단열성, 무기양분의 지속적 보유, 유해원소의 완충작용, 질소(N), 인(P), 칼륨(K) 등 기타 필수원소의 공급에 영향을 미친다.

[0102] 표 5는 수증기 전처리 및 폭쇄처리된 편백나무 및 참나무 원료에 대한 공극률을 나타내었다.

[0103] 참나무의 공극률은 82 내지 90 %로 식생기반재와 유사한 수준으로 나타났고 편백나무의 공극률은 68 내지 76 %의 수준으로 참나무보다 낮은 결과를 보였다. 편백나무와 참나무 모두 수증기 전처리 시간이 증가할수록 공극률이 높아지는 것으로 나타났고 폭쇄처리 원료의 공극률은 무처리 및 수증기 전처리 원료보다 높은 공극률을 나타냈다.

[0104] [표 5]

스팀전처리 및 폭쇄처리된 목질원료의 공극률(Porosity of wood species after steaming and steam explosion pretreatment).

목질원료(Wood species)	전처리(Pretreatment)	공극률(Porosity, %)
편백나무(Hinoki cypress)	Raw	68.1 ± 0.9c ¹⁾
	10 분간 수증기 전처리	68.1 ± 1.6c
	20 분간 수증기 전처리	69.4 ± 0.5c
	30 분간 수증기 전처리	73.8 ± 0.7b
	폭쇄처리	76.8 ± 0.4a
참나무(Oak)	Raw	82.5 ± 1.2c
	10 분간 수증기 전처리	85.2 ± 1.0b
	20 분간 수증기 전처리	86.0 ± 1.0b
	30 분간 수증기 전처리	84.9 ± 2.0b
	폭쇄처리	90.6 ± 0.9a

[0105] ¹⁾ P ≤ 0.05에서 Duncan의 다중검정에 의한 윌콕슨에서 분리방법

[0106] 수분보유력은 식물의 초기 발아와 식생의 생육보장 측면에서 중요한 역할을 한다. 암비탈면 등 불리한 생육환경에서 식생의 초기 활착과 지속적 성장 유지를 위한 식생기반재에 있어서 수분보유력은 중요한 요소이다.

[0107] 표 6은 본 발명의 실시예에 따른 수증기 전처리 및 폭쇄처리된 편백나무와 참나무의 수분보유력을 나타낸 것이다.

[0108] 수증기 전처리된 편백나무는 무처리구와 비교하였을 때 수분보유력에 있어서 유의성이 나타나지 않았다. 10 분간 수증기 전처리된 참나무도 무처리구와 비교하였을 때 유의성을 나타내지 않았으나 10 분 및 20 분간 수증기 전처리된 참나무의 수분보유력은 유의성을 나타냈다. 특히, 폭쇄처리된 편백나무와 참나무의 수분보유력은 각각 42.9% 및 56.2%로 나타났으며 무처리구 및 수증기 전처리된 원료에 대하여 유의성을 나타냈다.

[표 6]

수증기 전처리 및 폭쇄처리된 목질원료의 수분보유력(Water retention power of wood species after steaming and steam explosion pretreatment).

목질원료(Wood species)	처리방법(Pretreatment)	수분보유력(Water retention power, %)
편백나무(Hinoki cypress)	Raw	32.2 ± 0.9b ¹⁾
	10분간 수증기 전처리	31.3 ± 0.6b
	20분간 수증기 전처리	31.0 ± 1.3b
	30분간 수증기 전처리	30.7 ± 1.5b
	폭쇄처리	42.9 ± 1.8a
참나무(Oak)	Raw	47.1 ± 0.8c
	10분간 수증기 전처리	47.8 ± 1.0c
	20분간 수증기 전처리	49.1 ± 0.8b
	30분간 수증기 전처리	49.2 ± 0.8b
	폭쇄처리	56.2 ± 1.5a

¹⁾ P≤0.05에서 Duncan의 다중검정에 의한 윗첨에서 분리방법

2. 화학적 특성 비교

탄수화물은 유기물 함량의 지표로서, 식물의 생장에 직접적인 영향을 미치며, 토양의 물리적 특성에도 영향을 미친다.

표 7은 전처리에 따른 목질원료의 탄수화물 함량을 나타낸 것이다.

폭쇄처리된 편백나무 및 참나무에서 탄수화물 함량이 각각 36.8 % 및 41.1 %로 가장 높은 수치를 나타냈다. 이러한 탄수화물은 식물이 직접 흡수할 수는 없다. 하지만 탄소원으로서 미생물의 에너지원으로 사용되며, 미생물이 탄수화물을 분해함으로서 질소 및 인산의 수용성 형태로 바뀌게 되어 결과적으로 식물의 에너지원으로서 이용되는 주요한 요소이다. 무처리구, 수증기 전처리원료 및 폭쇄처리 원료의 탄수화물 함량에 있어서 전체적으로 편백나무보다 참나무에서 탄수화물 함량이 높게 나타났으며, 이는 활엽수종의 특성으로 인한 것으로 확인되었다.

[0115] [표 7]

수증기 전처리 및 폭쇄처리된 목질원료의 탄소함유량(Carbohydrate content of wood species after steaming and steam explosion pretreatment).

목질원료 (Wood species)	전 처리 (Pretreatment)	조성(% dry weight)					
		아라비노 오스	자일로 스	마노스	갈락토스	글루코 스	총 (Total)
편백나무 (Hinoki cypress)	Raw	0.0	2.6b ¹⁾	0.8a	0.4c	26.2d	30.0c
	10분간 수증기 처리	0.0	2.3c	0.8a	0.5c	26.3d	29.9d
	20분간 수증기 처리	0.0	3.2a	0.6b	1.5a	26.5c	31.8b
	30분간 수증기 처리	0.0	2.3c	0.7ab	0.8b	26.8b	30.6c
	폭쇄처리	0.0	1.1d	0.0c	0.0d	35.7a	36.8a
참나무 (Oak)	Raw	0.0	8.3a	0.0	0.0	29.7b	38.0b
	10분간 수증기 처리	0.0	7.1c	0.0	0.0	28.9c	36.0c
	20분간 수증기 처리	0.0	7.0c	0.0	0.0	28.7c	35.7cd
	30분간 수증기 처리	0.0	7.4b	0.0	0.0	29.7b	37.1b
	폭쇄처리	0.0	5.4d	0.0	0.0	35.7a	41.1a

¹⁾ P≤0.05에서 Duncan의 다중검정에 의한 윌콕슨에서 분리방법

[0116]

[0117]

표 8은 수증기 전처리 및 폭쇄처리된 편백나무와 참나무의 무기물함량을 나타낸 것이다.

[0118]

무처리구와 비교하였을 때 수증기 전처리 및 폭쇄처리로 인하여 무기물함량이 증가된 것을 확인할 수 있었으며, 폭쇄처리된 편백나무 및 참나무의 무기물 함량은 각각 1.08% 및 1.12%로 각각 수증기 전처리된 편백나무 및 참나무의 무기물 함량에 대하여 유의성을 나타냈다. 이러한 무기물은 토양 중에 녹아들어 식물의 무기영양보충에 도움을 주는 역할을 한다.

[0119]

[표 8]

수증기 전처리 및 폭쇄처리된 목질원료의 애쉬 함유량(Ash content of wood species after steaming and steam explosion pretreatment).

목질원료(Wood species)	전처리(Pretreatment)	애쉬 함량(% dry weight)
편백나무(Hinoki cypress)	Raw	0.26 ± 0.08c ¹⁾
	10 분간 수증기 처리	0.31 ± 0.02b
	20 분간 수증기 처리	0.31 ± 0.04b
	30 분간 수증기 처리	0.31 ± 0.01b
	폭쇄처리	1.08 ± 0.04a
참나무(Oak)	Raw	0.53 ± 0.11d
	10 분간 수증기 처리	0.75 ± 0.07b
	20 분간 수증기 처리	0.74 ± 0.09b
	30 분간 수증기 처리	0.64 ± 0.07c
	폭쇄처리	1.12 ± 0.02a

¹⁾ P≤0.05에서 Duncan의 다중검정에 의한 윌콕슨에서 분리방법

[0120]

[0121]

수증기 전처리 및 폭쇄처리된 편백나무와 참나무 C/N비를 비교하였다.

[0122]

미생물의 유기물 분해와 관련된 중요한 요인 중 하나가 탄소와 질소의 비율인 탄질물(C/N ratio)이며, 탄질물이 큰 유기물은 탄질물이 작은 유기물보다 분해속도가 훨씬 느린 특징이 있다.

[0123]

표 9는 수증기 전처리와 폭쇄처리된 편백나무 및 참나무의 탄질물을 나타낸 것이다.

[0124]

무처리 편백나무 및 참나무의 탄질물은 각각 711.0 및 425.1로 수증기 전처리 및 폭쇄처리된 편백나무, 참나무의 탄질물과 비교하였을 때 가장 높은 수치를 나타냈다. 반면에 수증기 전처리와 폭쇄처리된 편백나무 및 참나무의 탄질물의 수치는 낮아지게 되고 특히 폭쇄처리된 편백나무 및 참나무의 탄질물은 각각 240.0 및 240.8의

수치를 나타냈다. 따라서 미생물에 의한 신속한 유기물 분해를 통해 활발한 식물생육 및 녹지화를 위해서는 무처리된 편백나무 또는 참나무를 이용하는 것 보다 수증기 전처리 또는 폭쇄처리된 편백나무 및 참나무를 이용하는 것이 적합하였다.

[표 9]

수증기 전처리 및 폭쇄처리된 목질원료의 C/N비(C/N ratio of wood species after steaming and steam explosion pretreatment).

목질원료(Wood species)	전 처리 (Pretreatment)	탄 소 함 량 (C content, %)	질 소 함 량 (N content, %)	C/N ratio
편백나무 (Hinoki cypress)	Raw	50.3	0.1	711.0a ^{b)}
	10 분간 수증기 처리	50.0	0.1	450.2d
	20 분간 수증기 처리	49.9	0.1	514.7c
	30 분간 수증기 처리	51.8	0.1	520.2b
	폭쇄처리	51.8	0.2	240.5e
참나무 (Oak)	Raw	48.6	0.1	425.1a
	10 분간 수증기 처리	48.4	0.1	363.8b
	20 분간 수증기 처리	48.5	0.1	359.4c
	30 분간 수증기 처리	49.1	0.2	300.0d
	폭쇄처리	50.2	0.2	240.8e

^{b)} P≤0.05에서 Duncan의 다중검정에 의한 컬럼에서 분리방법

표 10은 수증기 전처리와 폭쇄처리된 편백나무 또는 참나무의 무기성분 함량을 나타낸 것이다.

수증기 전처리 및 폭쇄처리로 인해 편백나무 또는 참나무의 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg), 나트륨(Na) 및 칼륨(K) 함량이 증가하였는데 이는 식물 생장을 위한 필수원소(칼륨, 칼슘, 마그네슘, 아연, 철, 망간 및 인 등)로서 수증기 전처리 및 폭쇄처리된 편백나무 또는 참나무는 양이온 교환용량이 높아 양분 보유력이 뛰어날 것으로 판단된다. 특히 폭쇄처리된 참나무는 질소 및 인산과 더불어 식물의 생육에 영향을 미치는 칼륨 함량이 높게 나타났기 때문에 칼륨으로 인한 식물의 광합성 및 아미노산으로부터의 단백질합성에 도움을 줌으로서 식물생장에 유리한 것으로 확인되었다.

모든 전처리 조건에 있어서 회수된 편백나무 또는 참나무의 비소(As)함량은 전체적으로 독성 기준치인 50 mg/kg에 비해 절반 이하인 최저 1.8 mg/kg에서 최대 23.0 mg/kg의 함량을 나타냈고, 유해성분인 카드뮴(Cd, <5 mg/kg), 납(Pb, <150 mg/kg), 크롬(Cr, <300 mg/kg) 및 구리(Cu, <500 mg/kg)성분은 모든 시료에서 검출되지 않았다. 따라서 수증기 전처리 및 폭쇄처리된 편백나무 또는 참나무를 이용할 경우 중금속 유해성분으로 인한 식물생장독성 및 토양오염이 발생하지 않을 것으로 판단되었다.

[0130]

[표 10]

수증기 전처리 및 폭쇄처리된 목질원료의 미네랄 성분(Mineral element of wood species after steaming and steam explosion pretreatment).

미네랄 (Mineral element, mg/kg)	편백나무 (Hinoki cypress)					참나무 (Oak)				
	Raw	10 분간 수 증 기 전처리	20 분간 수 증 기 전처리	30 분간 수 증 기 전처리	폭쇄처리	Raw	10 분간 수 증 기 전처리	20 분간 수 증 기 전처리	30 분간 수 증 기 전처리	폭쇄처리
K	389.1 ± 23.3d	394.7 ± 12.5d	515.6 ± 17.4b	466.1 ± 2.1c	702.3 ± 11.7a	998.0 ± 10.4d	1176.6 ± 8.3b	1135.3 ± 10.1c	922.3 ± 26.3e	1250.1 ± 9.7a
Ca	516.7 ± 2.8d	513.3 ± 2.5d	539.0 ± 6.0c	665.8 ± 11.8b	2411.6 ± 35.6a	1196.0 ± 20.8d	1431.1 ± 18.1c	1527.4 ± 31.4b	1116.9 ± 24.4e	1982.6 ± 19.9a
Na	264.7 ± 2.4e	309.8 ± 2.4c	600.1 ± 6.0a	298.5 ± 4.8d	389.1 ± 5.5b	296.7 ± 5.6c	469.6 ± 6.6b	301.3 ± 1.9c	245.9 ± 5.1d	481.2 ± 3.0a
Mg	111.6 ± 0.6e	119.8 ± 0.8c	132.5 ± 12.3b	136.0 ± 2.4a	117.5 ± 1.7cd	105.6 ± 2.0c	106.5 ± 1.9c	112.6 ± 2.0b	97.6 ± 2.2d	173.1 ± 2.0a
Al	19.5 ± 2.4c	19.4 ± 0.2c	34.0 ± 0.5b	19.8 ± 0.6c	46.3 ± 0.5a	11.5 ± 0.1c	7.9 ± 0.2d	16.9 ± 0.1b	7.7 ± 0.1de	22.6 ± 0.2a
Fe	105.3 ± 1.6d	134.9 ± 1.8bc	137.8 ± 1.5b	30.4 ± 0.7e	348.3 ± 5.8a	165.7 ± 0.3a	70.6 ± 0.5b	52.9 ± 0.3d	18.3 ± 0.1e	58.3 ± 0.6c
Zn	16.0 ± 0.1c	24.5 ± 0.3a	20.8 ± 0.3b	11.8 ± 0.1d	8.1 ± 0.0e	9.4 ± 0.0a	4.4 ± 0.0c	3.6 ± 0.0d	2.5 ± 0.0e	5.1 ± 0.1b
Mn	102.9 ± 1.8c	107.2 ± 1.5ab	109.5 ± 0.4a	107.6 ± 1.3ab	53.5 ± 0.8d	15.3 ± 0.0c	14.7 ± 0.1d	16.6 ± 0.1b	12.0 ± 0.0e	24.1 ± 0.2a
B	3.5 ± 0.2d	3.0 ± 0.1e	48.1 ± 0.5a	7.1 ± 0.4c	36.4 ± 0.7b	3.1 ± 0.1c	1.5 ± 0.1d	3.9 ± 0.1b	1.3 ± 0.0e	15.3 ± 0.3a
Bi	2.3 ± 0.3b	23.1 ± 0.1a	2.0 ± 0.2bc	1.9 ± 0.2c	1.9 ± 0.2c	1.9 ± 0.0b	2.4 ± 0.1a	1.7 ± 0.2c	1.9 ± 0.2b	1.6 ± 0.2d
As	2.6 ± 0.3b	23.7 ± 0.5a	1.9 ± 0.4c	1.8 ± 0.2d	1.8 ± 0.9d	2.2 ± 0.5ab	2.3 ± 0.4a	2.2 ± 0.7ab	1.8 ± 0.3bc	2.1 ± 0.6b
Si	32.9 ± 0.6c	31.6 ± 0.5c	46.0 ± 0.6b	45.8 ± 1.0b	64.2 ± 1.0a	25.7 ± 0.1e	27.2 ± 0.1c	35.1 ± 0.3b	26.3 ± 0.2d	51.3 ± 0.3a
P	45.7 ± 1.8d	46.0 ± 1.1d	49.2 ± 0.7bc	51.9 ± 0.9b	65.3 ± 1.7a	60.5 ± 1.3d	69.9 ± 0.5b	69.4 ± 0.8b	62.1 ± 0.5c	94.6 ± 0.2a
Cd	- ^{a)}	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

^{a)} $P \leq 0.05$ 에서 Duncan의 다중검정에 의한 윌콕슨에서 분리방법

^{a)} 불검출(Not detected)

[0131]

[0132]

식생기반재의 산도(pH value)는 양분 흡수에 영향력을 미치며, 작물 생육에 영향을 주는 화학성 특성 중 하나이다. 일반적인 작물생장을 위한 적정 pH는 5.5 내지 6.5이며 높거나 낮은 수치의 pH는 식물생육을 감소시킨다.

[0133]

표 11은 수증기 전처리 및 폭쇄처리된 편백나무 또는 참나무의 산도를 나타낸 것이다.

[0134]

편백나무에 있어서 무처리구와 10분, 20분, 30분 수증기 전처리의 pH는 유의성을 나타내지 않았으나 폭쇄처리 편백나무는(pH 3.8) 무처리 및 수증기 전처리 편백나무에 대해서 유의성을 나타냈다. 참나무에서는 무처리구가 pH 5.8로 중성에 가까운 수치를 나타냈으나 수증기 전처리 및 폭쇄처리된 참나무에서는 보다 무처리구 보다 낮은 pH를 나타냈다. 따라서 폭쇄처리된 편백나무 및 참나무는 단독으로 식생기반재로서 이용하기 보다는 기존 식생기반재와 적정 비율로 혼합하여 pH를 조정하는 것이 적합하였다.

[0135] [표 11]

수증기 전처리 및 폭쇄처리된 목질원료의 산도(The pH value of wood species after steaming and steam explosion pretreatment).

목질 원료(Wood species)	전처리(Pretreatment)	산도(pH)
편백나무(Hinoki cypress)	Raw	4.7 ± 0.0ab ¹⁾
	10 분간 수증기 처리	4.8 ± 0.0a
	20 분간 수증기 처리	4.8 ± 0.0a
	30 분간 수증기 처리	4.8 ± 0.0a
	폭쇄처리	3.8 ± 0.0c
참나무(Oak)	Raw	5.8 ± 0.0a
	10 분간 수증기 처리	4.3 ± 0.1c
	20 분간 수증기 처리	4.7 ± 0.0b
	30 분간 수증기 처리	4.7 ± 0.0b
	폭쇄처리	3.8 ± 0.0d

¹⁾ P≤0.05에서 Duncan의 다중검정에 의한 윌콕슨에서의 분리방법

[0136]

[0137]

과농도의 페놀 화합물은 식물의 생장을 억제시키는 단점이 있으나, 반면에 식물의 씨를 발아시키고 특히 줄기의 신장에 관여하는 옥신과 같은 길항작용을 하는 장점이 있다.

[0138]

표 12는 수증기 전처리 및 폭쇄처리된 편백나무, 참나무 조건별 페놀성 화합물 함량을 나타낸 것이다.

[0139]

참나무의 페놀성 화합물 함량은 2.3 내지 29.8 mg/g의 수치를 나타냈고 편백나무의 경우 2.9 내지 22.6 mg/g으로 참나무와 비슷한 수치를 나타냈다. 전처리 조건별 페놀성 화합물 함량은 참나무와 편백나무 모두 폭쇄처리 시 무처리구와 수증기 처리보다 높은 페놀성 화합물 함량을 나타내어 식생기반재 원료로써 식물의 생장을 조절하는데 유리할 것으로 판단되었다.

[0140]

[표 12]

수증기 전처리 및 폭쇄처리된 목질원료의 페놀성 화합물 함량(Total phenolic content of wood species after steaming and steam explosion pretreatment).

목질 원료(Wood species)	전처리(Pretreatment)	페놀성 화합물 함량(mg/g)
편백나무(Hinoki cypress)	Raw	3.7 ± 0.0b ²⁾
	10 분간 수증기 전처리	2.9 ± 0.0d
	20 분간 수증기 전처리	3.1 ± 0.0c
	30 분간 수증기 전처리	3.7 ± 0.0b
	폭쇄처리	22.6 ± 0.0a
참나무(Oak)	Raw	3.9 ± 0.0b
	10 분간 수증기 전처리	2.3 ± 0.0e
	20 분간 수증기 전처리	3.0 ± 0.0d
	30 분간 수증기 전처리	3.4 ± 0.0c
	폭쇄처리	29.8 ± 0.0a

²⁾ P≤0.05에서 Duncan의 다중검정에 의한 윌콕슨에서 분리방법

[0141]

[0142]

목질원료를 전처리하는 경우 수증기 전처리 시료보다 폭쇄처리가 공극률, 수분보유력, 무기물 및 페놀화합물 성분함량이 높게 나타나서 폭쇄처리하는 것이 식생기반재 제조에 타당하였으며, 폭쇄처리 목질원료에서 탄수화물 함량이 높게 나타났으며, 폭쇄처리된 편백나무보다 폭쇄처리된 참나무(41.1%)에서 탄수화물 함량이 가장 높게 나타난 것으로 확인되었다.

[0143]

또한 수증기 및 폭쇄처리로 인해 편백나무 및 참나무 원료 내에 함유된 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg), 나트륨(Na) 및 칼륨(K)의 함량이 크게 증가되었다.

- [0144] 3. 목질원료의 생육 특성 분석
- [0145] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 폭쇄처리한 목질원료를 사용하여 배추종자의 발아율을 나타낸 그래프이다.
- [0146] 수증기 전처리 및 폭쇄처리된 참나무 또는 편백나무와 대조구(대조구 1은 피트모스와 펄라이트, 1: 1 (w/w)) 혼합재, 대조구2는 (피트모스, 펄라이트 및 골판지페지 3: 1: 6 (w/w/w)) 혼합재를 비교했을 때, 20 분간 수증기 전처리된 참나무의 발아율이 가장 높은 것으로 나타났고, 폭쇄처리된 참나무 및 편백나무의 발아율은 보다 낮은 것으로 나타났다. 이는 폭쇄처리된 참나무 및 편백나무의 페놀성 화합물이 식물 성장을 하는데 영향을 미친 것으로 판단된다.
- [0147] 수증기 또는 폭쇄처리를 하는 시료의 발아율이 대조구보다 낮게 나타났지만 식생기반재로 물리·화학적 특성이 높으므로 후처리과정이 필요한 것을 확인하였다.
- [0148]
- [0149] <실험예 2> 후처리한 목질원료의 물성
- [0150] 후처리한 목질원료를 가지고 식물 성장을 평가하였다.
- [0151] 대조구로서 기존 식생기반재인 피트모스, 펄라이트 및 폭쇄 참나무를 각각 3: 1: 6 (w/w/w)비율로 혼합하여 이용하였고 실험구로 피트모스, 펄라이트 및 앞에서 후처리된 참나무를 각각 3: 1: 6 (w/w/w)으로 혼합하여 식물 성장평가를 하였다.
- [0152] 고시 초종으로 (주)WORLD SEED에서 구입한 배추종자(*Brassica campestris*)를 이용하여 식물생장을 비교하였다.
- [0153] 종자의 발아율은 직경 9 cm 페트리 접시에 후처리 참나무 혼합 원료를 10g 씩 넣고 그 위에 25립의 종자를 치상한 다음, 수분이 부족하지 않도록 12시간 마다 3 ml의 증류수를 첨가하여 20 ℃ 식물 성장용 챔버(plant growth chamber)에서 암조건 8시간, 광조건 16시간에서 7일간 발아 시켰으며, 종자의 표피가 터지고 유근이 1 mm 이상 성장한 것을 발아된 종자로 하여 1일 간격으로 발아한 종자의 수를 조사하였고 발아율(%)은 상기 4에 의하여 계산하였고 모든 시료는 3반복 하였다.
- [0154] 또한 줄기생장을 측정하기 위해 페트리 접시 당 3개의 샘플은 채취하여 줄기의 길이를 측정하고 평균값을 계산하였다. 잎 성장 정도를 측정하기 위해 페트리 접시 당 3개의 샘플은 채취하여 잎의 가로 길이와 세로길이를 곱하여 잎의 크기를 계산하였다.
- [0155] 도 10은 후처리 조건에 따른 참나무 목질원료의 발아율을 나타낸 그래프이다.
- [0156] 도면을 확인하면 증류수, 에탄올 추출 모두 4일째 발아가 되기 시작했고 60 ℃, 3시간 증류수 처리구의 경우 최초 발아일 이후 발아율이 더 이상 높아지지 않았다. 60 ℃, 3시간 10 % 에탄올 처리구가(64 %) 가장 높은 발아율을 나타냈고 증류수 처리구에서는 60 ℃, 12시간 처리구의 발아율(58 %)이 비교적 높았다. 따라서 식물 발아율에 있어서 60 ℃, 3시간 10 % 에탄올 처리조건이 최적인 것으로 확인되었다.
- [0157] 도 11은 참나무 목질원료의 후처리 조건에 따른 길이생장을 나타낸 그래프이다.
- [0158] 도면을 확인하면 에탄올 처리구(3.0 내지 3.6 cm)가 증류수 처리구(2.1 내지 3.3 cm)보다 길이생장이 활발하게 나타났으며, 참나무 목질원료 에탄올 추출 조건 중 60 ℃ 3시간 10% 에탄올 추출물 (3.6 cm)에서 길이 생장이 가장 높은 수치를 보였다.
- [0159] 도 12는 참나무 목질원료의 후처리 조건에 따른 잎 성장결과를 나타낸 그래프이다.
- [0160] 도면을 참조하면 잎 성장 크기는 증류수 및 에탄올 처리구는 전체적으로 0.6 내지 0.8 cm² 범위로서 큰 차이를 나타내진 않았으나 증류수 및 에탄올 60 ℃, 3시간 처리구에서 높은 수치를 가지는 잎 성장을 나타내었다.
- [0161] 식생기반재에 포함되는 상기 목질원료로 사용하기 위한 참나무 목질원료의 폭쇄처리 이후에 후처리는 10% 에탄올로 60 ℃에서 3시간 동안 처리하는 경우 원료의 발아율, 줄기 성장 및 잎 생장이 가장 높은 수치를 나타내었다.
- [0162] <실험예 3> 제조된 기능성 식생기반재의 물성
- [0163] 1. 물리적·화학적 특성 비교

[0164] 제조된 기능성 식생기반재의 공극률을 측정하였다. 아래 부분이 망으로 된 soil can에 제조된 기능성 식생기반재를 넣고 하단부를 거즈로 막은 후 수분으로 포화되도록 물이 채워진 접시에 올려놓고, 기능성 식생기반재 후보 혼합물이 물로 포화되었으면 습시료의 무게를 측정한 후 건조기에서 건조시켜 전건시료무게를 측정하고 상기 식 1을 이용하여 공극율을 구하였다.

[0165] 수분보유력은 제조된 기능성 식생기반재를 흡인여과기 위에 올려놓고 물로 포화시킨 후 24시간 동안 중력수가 제거되게 한 다음 시료 무게를 측정하고, 다시 105 ℃에서 24시간 건조시킨 후 건조 시료 무게를 측정하여 수분보유력을 구하였다. 상기 식 2를 이용하여 수분보유력(%)을 계산하였다.

[0166] 산도는 제조된 기능성 식생기반재 10 g에 증류수 50 mL를 가하여 진탕 후 pH meter(Orion, USA)를 사용하여 측정하였다.

[0167] 표 13은 본 발명의 실시예에 따른 기능성 식생기반재의 공극률은 나타낸 것이다.

[0168] [표 13]

수증기 전처리 및 폭쇄처리된 목질원료의 페놀성 화합물 함량(Total phenolic content of wood species after steaming and steam explosion pretreatment).

목질원료(Wood species)	전처리(Pretreatment)	페놀성 화합물 함량(mg/g)
편백나무(Hinoki cypress)	Raw	3.7 ± 0.0b ²⁾
	10 분간 수증기 전처리	2.9 ± 0.0d
	20 분간 수증기 전처리	3.1 ± 0.0c
	30 분간 수증기 전처리	3.7 ± 0.0b
	폭쇄처리	22.6 ± 0.0a
참나무(Oak)	Raw	3.9 ± 0.0b
	10 분간 수증기 전처리	2.3 ± 0.0e
	20 분간 수증기 전처리	3.0 ± 0.0d
	30 분간 수증기 전처리	3.4 ± 0.0c
	폭쇄처리	29.8 ± 0.0a

²⁾ P≤0.05에서 Duncan의 다중검정에 의한 컬럼에서 분리방법

[0169]

[0170] 기능성 식생기반재 공극률(Porosity of rootage reinforced type vegetation base materials).공극률의 높으면 토양의 무게가 가벼워지고, 딱딱한 정도가 낮아져 뿌리 발육에 유리한 조건이 된다. 87 내지 97%의 공극률이 식생기반재에 적합하고 본 발명의 실시예에 따른 기능성 식생기반재는 상기 조건에 적합한 것으로 나타났다.

[0171] 수분 보유력은 잎의 광합성과 관련되어 있어 식물 형성층의 생장에 간접적인 영향을 준다. 제조된 기능성 식생기반재의 수분 보유력은 13 내지 14 %의 수분보유력이 나타났다. 상기 범위를 초과하는 경우 너무 높은 경우 전기전도도가 크게 되어 토양 부식성이 높아지게 되므로 기능성 식생기반재에 적합한 것을 확인하였다.

[0172] 산도(pH value)는 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg), 칼륨(K), 인(P) 등 양분 흡수에 영향을 주고 중금속 흡수, 질소 고정능 저해, 토양병원균의 감염성 증대 등에 영향을 미치는 중요한 요인이며, 식생기반재에 적합한 pH 범위는 pH 5 내지 6이다. 골판지를 혼합한 기능성 식생기반재(이하 'SPPO')와 복사용지를 혼합한 기능성 식생기반재(이하 'SPPR')는 pH가 5 이상으로 나타났으나, 글루코만난을 혼합한 활착강화형 식생기반재(이하 'SPPG')는 pH 4.5로 가장 낮은 pH 4.5를 나타냈다.

[0173] 2. 강우에 대한 유출특성 비교

[0174] 제조된 기능성 식생기반재의 유출특성 측정을 위해 강우실험관을 자체 제작하여 실험에 이용하였으며, 이는 기존 이용되는 강우실험관의 1/16 크기이다. 제조된 활착강화형 식생기반재를 각각 강우실험관에 가득채운 다음 실험구 경사를 45도로 하였으며, 인공강우장치를 이용하여 20 ℓ/10 분 (120 mm/시간)의 인공강우강도로 실험대상면에 고르게 살포하였다.

[0175] 도 13는 본 발명의 실시예에 따른 기능성 식생기반재의 강우 유출특성 실험 이미지이다.

[0176] 실험구 하단에 유출토사량 집적장치를 설치하고 수거된 토사를 건조시킨 후 무게를 측정하여 강우에 의한 활착

강화형 식생기반재 후보 혼합물의 유실량(%)을 측정하였다.

표 14는 본 발명의 실시예에 따른 기능성 식생기반재의 경우에 의한 토양 유실량을 나타낸 것이다.

[표 14]

Division	Mixed materials	Soil loss (%)
구분	혼합재료	토양 유실량 (%)
Control 대조구	PP ¹⁾	21.5 ± 5.1a ⁸⁾
Rootage reinforced type vegetation	PPP ²⁾	12.5 ± 3.2b
base materials	PPPC ³⁾	6.2 ± 2.1cd
	PPPG ⁴⁾	6.7 ± 0.6c
기능성 식생기반재	PPPS ⁵⁾	3.6 ± 0.5d
	PPPO ⁶⁾	5.4 ± 1.3cd
	PPPD ⁷⁾	5.1 ± 1.7cd

각각 중량비로 PP는 피트모스 : 퍼라이트 = 1:1이고, PPP는 피트모스 : 퍼라이트 : 에탄올처리 목질원료 = 3: 1: 6이며, PPPC 피트모스 : 퍼라이트 : 에탄올처리 목질원료 : CMC 용액 = 3: 1: 4: 2이고, PPPG 피트모스 : 퍼라이트 : 에탄올처리 목질원료 : 곤약 용액 = 3: 1: 4: 2이며, PPPS 피트모스 : 퍼라이트 : 에탄올처리 목질원료 : 전분 용액 = 3: 1: 4: 2이고, PPPO 피트모스 : 퍼라이트 : 에탄올처리 목질원료 : 골판지 해리액 = 3: 1: 4: 2이며, PPPD 피트모스 : 퍼라이트 : 에탄올처리 목질원료 : 복사용지 해리액 = 3: 1: 4: 2이었다.

강우에 대한 토양유실량은 토양자체의 점도 및 입자 등에 대해 영향을 받게 되며, 토양의 생산력 감퇴의 원인이다. 제조된 기능성 식생기반재는 최소 3.6에서 최대 8.7% 수준의 토양유실율을 나타내어 식생기반재로 사용되는 경우 녹화 식생이 안정되기 까지 강우에 대한 강한 저항성을 나타내는 것으로 확인되었다.

도 14는 본 발명의 실시예에 따른 기능성 식생기반재의 강우시험 후 표층부의 이미지이다.

도면을 확인하면 본 발명의 실시예에 따른 기능성 식생기반재는 강우시험 후 7일째 고결되었음을 확인할 수 있었고 28일째 확인하였을 때 침하 또는 갈라짐 현상이 확인되지 않았다. 기능성 식생기반재가 강우영향에 대해 저항성을 가지며, 강우 후 고결 상태 역시 양호한 것으로 판단된다.

점증제의 종류에 따른 기능성 식생기반재의 공극률, 수분보유력 및 pH는 유의미한 차이점을 보이지 않았으며, 본 발명에 따른 기능성 식생기반재는 강우영향에 대해 저항성을 가지며, 강우 후 고결 상태 역시 우수한 것으로 확인하였다.

3. 기능성 식생기반재의 생육특성 비교

공시초종으로서 (주)WORLD SEED에서 구입한 배추종자(*Brassica campestris*)를 이용하여 식물생장을 비교하였다.

종자의 발아율은 직경 9 cm 페트리 접시에 제조된 기능성 식생기반재를 10 g 씩 넣고 그 위에 25립의 종자를 3 반복으로 치상한 다음, 수분이 부족하지 않도록 12시간 마다 3 ml의 증류수를 첨가하여 25 °C 암조건에서 5일간 발아시켰다. 종자의 표피가 터지고 유근이 1 mm 이상 성장한 것을 발아된 종자로 하여, 1일 간격으로 발아한 종자의 수를 조사하여 상기 식 4를 이용하여 발아율을 구하였다.

시료의 줄기 성장 정도를 측정하기 위해 페트리 접시 당 7개의 샘플을 채취하여 줄기의 길이를 측정하고 평균값을 계산하였고, 잎 성장을 측정하기 위해 페트리 접시 당 7개의 샘플을 채취하여 잎의 가로 길이와 세로 길이를 곱하여 잎 크기를 계산하였다.

도 15는 본 발명의 실시예에 따른 기능성 식생기반재의 발아율을 나타낸 그래프이다.

피트모스, 퍼라이트, 후처리된 목질원료 및 점증제인 CMC, 글루코만난, 전분, 종이를 각각 3: 1: 4: 2 중량비로 혼합하여 제작한 활착강화형 식생기반재 후보 혼합물의 발아율을 나타내었다. 골판지가 80.6 %로 가장 높은 발아율을 나타냈고 전분을 혼합하여 제조한 기능성 식생기반재와 복사용지를 혼합하여 제조한 기능성 식생기반재는 각각 77.8 %, 74.6 %로 비슷한 발아율을 나타냈으며 CMC 및 글루코만난을 혼합하여 제조한 활착강화형 식생

기반재는 각각 66.7 %, 66.6 %로 가장 낮은 결과를 보였다.

[0191] 도 16은 본 발명의 실시예에 따른 기능성 식생기반재의 줄기생장을 나타낸 그래프이다.

[0192] 피트모스, 펄라이트, 후처리된 참나무 목질원료 및 점증제인 CMC, 글루코만난, 전분, 종이를 각각 3: 1: 4: 2 중량비로 혼합하여 배추종자를 발아시켰을 때 줄기생장에 있어서 1.6 내지 1.8 cm의 생장길이를 나타내었으며, 그 중 골판지를 혼합하여 제조한 기능성 식생기반재와 전분을 혼합하여 제조한 기능성 식생기반재의 배추 길이 생장이 1.8 cm로 가장 높은 결과를 나타내었다.

[0193] 도 17은 본 발명의 실시예에 따른 기능성 식생기반재를 사용한 배추종자의 생장을 나타낸 이미지이다.

[0194] 도면을 확인하여 보면 피트모스, 펄라이트, 폭쇄처리 및 후처리된 참나무 목질원료 및 점증제인 골판지를 각각 3: 1: 4: 2 중량비로 혼합하는 경우 종자의 생장이 가장 빠른 것으로 나타나 최적의 혼합비율임을 확인하였다.

[0195] 상기한 바와 같이 본 발명의 실시예에 따르면, 피트모스, 펄라이트, 목질원료 및 점증제를 최적의 비율로 혼합하여, 석산ㅇ암반지역의 사면에서 식물 활착을 위한 토질을 개선하고 신속한 식물생장을 도모하는 식생기반재를 제조할 수 있다.

[0196] 본 발명은 한정된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

도면

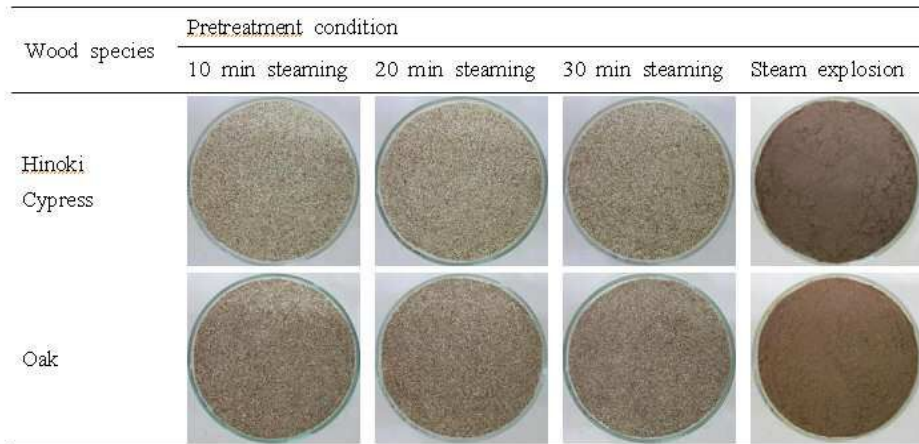
도면1



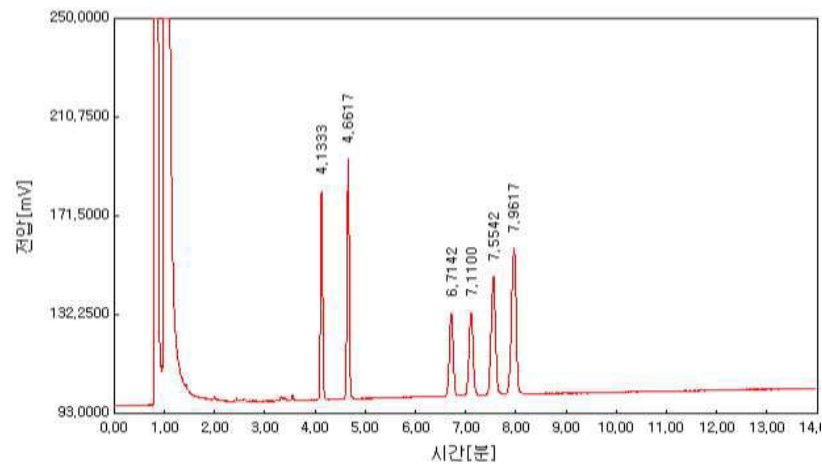
도면2

Wood species	Pretreatment condition			
	10 min steaming	20 min steaming	30 min steaming	Steam explosion
Hinoki Cypress				
Oak				

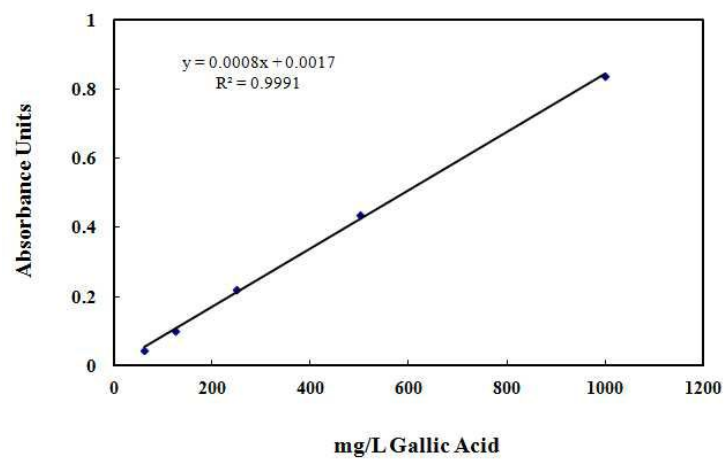
도면3



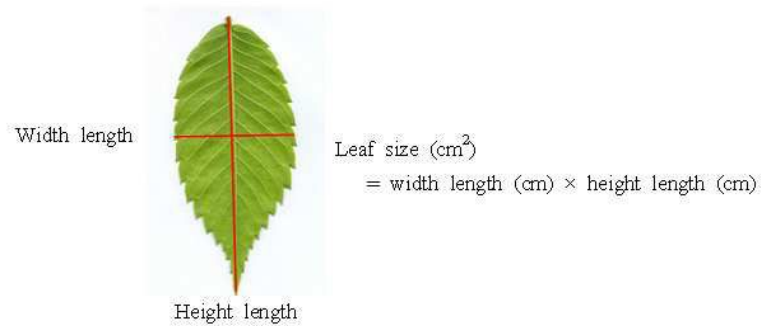
도면4



도면5



도면6

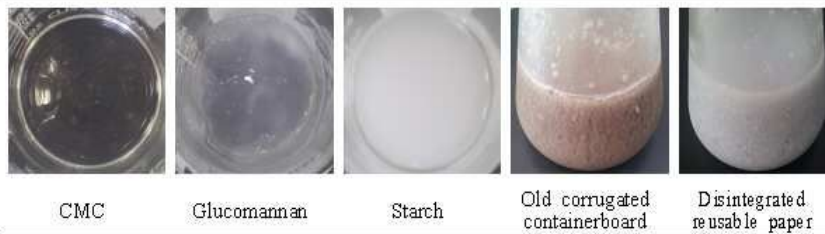


도면7

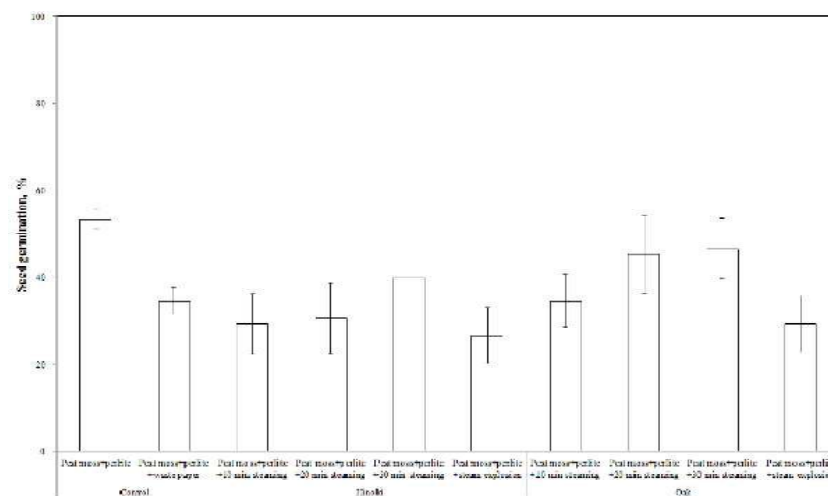


도면8

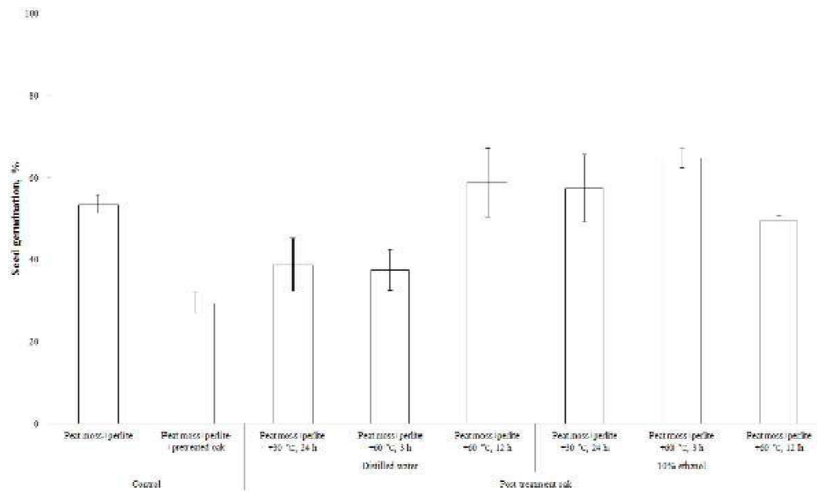
A reinforcing agent



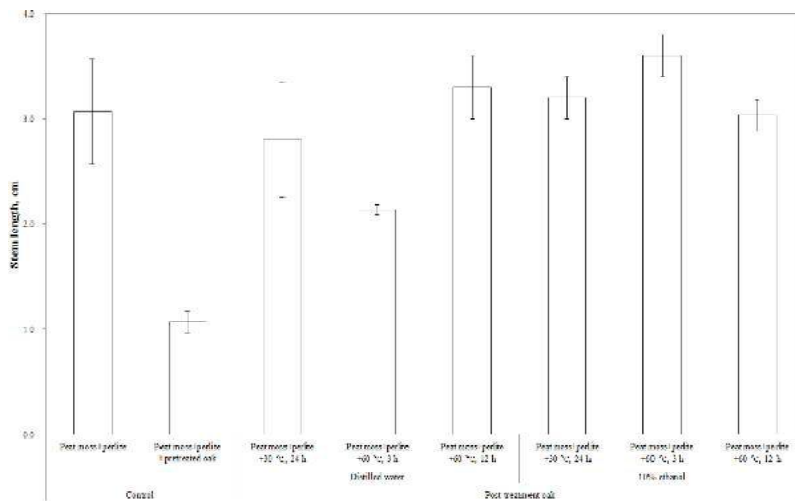
도면9



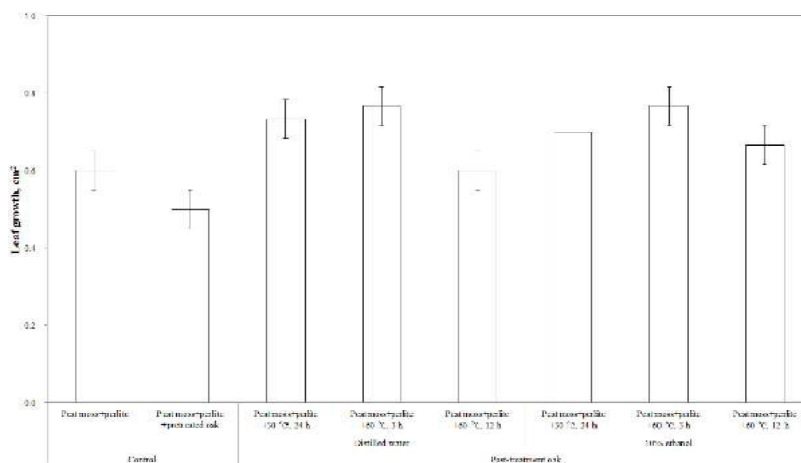
도면10



도면11



도면12



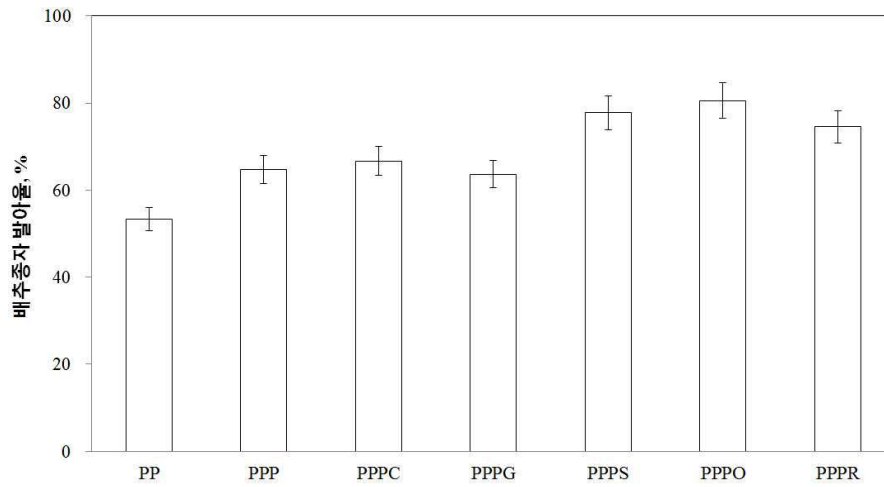
도면13



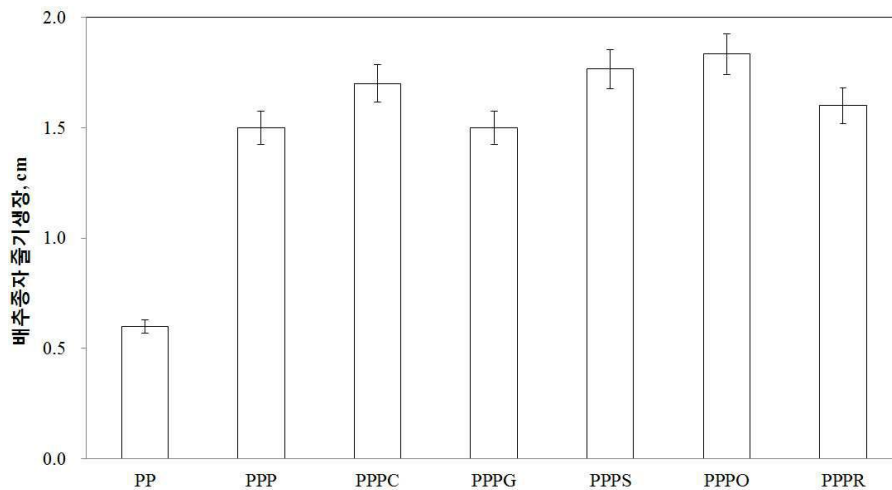
도면14

Rainfall	Rootage reinforced type vegetation base materials 기능성 식생기반재						
강우실험	PP	PPP	PPPC	PPPG	PPPS	PPPO	PPPD
Before							
실험전							
After							
1 week							
실험 후 1							
주 경과							
After							
4 weeks							
실험 후 4							
주 경과							

도면15



도면16



도면17

Division	Mixed materials	7 days growing
구분	혼합재료	7일 생장
Control	PP	
대조구		
Rootage reinforced type vegetation	PPPS	
base materials		
활착강화형 기능성 식생기반재	PPPO	