



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0097629
(43) 공개일자 2016년08월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A01G 1/00 (2006.01) A01G 17/00 (2006.01)
A01G 9/10 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A01G 1/00 (2013.01)
A01G 17/005 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0019552
(22) 출원일자 2015년02월09일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
김대현
광주광역시 남구 제석로80번길 36, 303동 1403호
(봉선동, 봉선3차한국아텔리움)
박경호
전라남도 여수시 미평남5길 23, 2동 105호 (미평동, 삼익맨션)
김민석
광주광역시 남구 용대로 155, 710호 (방림동, 광명그린아파트)
(74) 대리인
특허법인세션

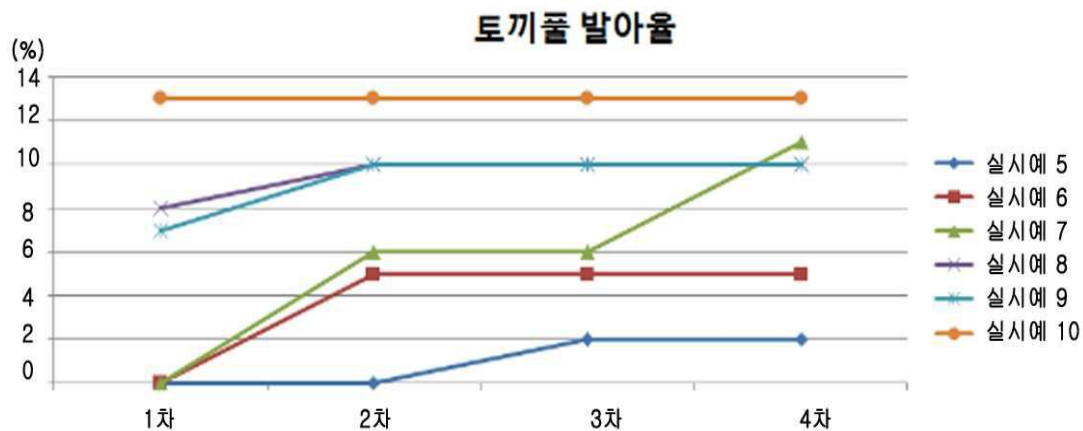
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 커피슬러지와 준설토를 혼합하여 포함하는 식생토

(57) 요약

폐기물로 인식되는 커피슬러지와 준설토를 이용하여 친환경적이면서도 효율적으로 식물의 생장이 가능한 식생토에 관한 것이다. 커피슬러지는 식생토의 전체 중량에 대하여 1 내지 10 중량% 포함된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A01G 9/108 (2013.01)

Y10S 71/903 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

커피슬러지와 준설토를 혼합하여 포함하는 식생토.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 커피슬러지는 식생토의 전체 중량에 대하여 1 내지 10 중량% 포함되는, 식생토.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 식생토는 식생토의 전체 중량에 대하여 1 내지 10 중량%의 톱밥 비료를 추가로 포함하는, 식생토.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 식생토는 식생토의 전체 중량에 대하여 30 중량% 이하의 산 흙을 추가로 포함하는, 식생토.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 식생토는 상기 준설토의 pH보다 낮은 pH를 갖는, 식생토.

청구항 6

커피슬러지를 이용하여 준설토의 pH를 낮추는 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 준설토의 pH를 7 내지 8.5로 낮추는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 매립 및 준설토된 해저 준설토 위에 산 흙 등을 복토하지 않고 일반 육상식물의 식생이 가능하도록 준설토를 개량한 식생토에 관한 것이고, 보다 구체적으로는 커피슬러지와 준설토를 혼합하여 육상식물의 식생이 가능한 식생토에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 항만 건설, 항만 재개발 및 항로 수심 확보를 위한 대규모 준설토사업의 시행으로 많은 양의 준설토가 발생하고 있다. 그러나, 발생된 준설토는 대부분 대규모 투기장에 단순 투기 및 매립하고 있다. 이러한 준설토의 단순 투기 및 매립은 연안환경 피해, 어장의 황폐화 및 갯벌의 파괴 등 다양한 영향을 미칠 뿐 아니라, 오염된 준설토의 경우 중금속 용출 등으로 인한 2차 오염이 유발될 수 있으므로 친환경적인 준설토의 적극적인 재활용 방안이 절실히 요구되고 있다. 이에 따라, 국내외, 특히 미국, 유럽, 일본 등과 같은 선진국에서 해양 환경보호라는 측면에서 해양 준설토의 재활용에 대하여 다양한 연구와 재활용 방안에 대한 연구가 진행되고 있다.

[0003] 국내 식생토 개발에 관한 선행연구 조사 결과, 준설토를 이용한 국내 실용화 사례는 거의 없으며, 2000년 이후

에 소수의 연구자들에 의해서 연구가 진행되고 있다. 준설토를 활용한 식생 공법은 대부분 식재기반 조성을 통한 사례들이 대부분이다.

- [0004] 류성훈 등은 염생식물 메조코즘의 서식안정성 평가에 관한 연구를 수행하였으며, 염생식물의 특성과 식물생장에 영향을 미치는 요인을 조사하였다. 실내실험과 현장실험의 중간단계 메조코즘 실험을 수행함으로써, 자연 생태 시스템의 기능과 구조를 단순화시켜 현장실험과 실내실험의 단점을 극복하고자 하였다("해양 준설토를 이용한 염생식물 메조코즘(Mesocosm)의 서식안정성 평가에 관한 연구", 석사학위논문, 부경대학교, 2011)
- [0005] 정직영 등은 전국 항만재개발 지역 중 장래 준설량이 상대적으로 많은 지역의 준설토를 재료로 선정하여 염생식물을 이용한 실험을 통해 매립지의 염생식물 식재 기반 토양으로의 재활용 가능성을 연구하였다("염생식물 식재 기질로서 준설토 이용에 관한 연구", 석사학위논문, 부경대학교, 2009).
- [0006] 이미지 등의 경우 고화준설토의 역학적 특성과 식생 발아 특성을 비교·분석 하기 위해 준설토와 화강풍화토를 1:1의 무게비로 혼합한 시료에 고화제를 첨가하여 시료를 제작하고, 다양한 배합비 및 양생일에 따른 유동성 시험, 일축압축시험 등의 역학적 실험과 배합조건에 따른 식생 발아 실험을 실시하였다(이미지, 문경주, 윤길림, 음현미, 김윤태(2014), "고화준설토의 역학적 특성과 식생발아 특성", 2014 한국지반환경공학회논문집, 제15권, 제3호, pp.33-40).
- [0007] 상기 기술된 국내 선행연구는 준설토를 이용한 식생기반 조성을 하기 위한 연구였으나, 선정된 식물의 종류가 염생식물로 제한적이다. 일반 육상식물의 적용 시 식생에 대한 신뢰도가 떨어지는 문제점이 있었다. 또한, 국내 선행연구의 경우 준설토를 식생토로 재활용하는 실험을 다수 시행하였으나, 실내실험이 주를 이루므로 현장 적용성에 대한 신뢰도의 문제점이 제기되어 현장적용성과 일반 육상식물의 사용이 중요한 요인임을 확인할 수 있었다.
- [0008] Mulligan 등은 개선에 대한 기술로 전처리, 물리적 분리, 열처리, 생물학적 오염제거, 고형처리 후 세척에 대한 기술을 제안하였다. 또한 고형처리 후 세척은 안정적이지만 상당한 모니터링을 요구하고 유기물의 효율이 감소된다고 하였다. 열처리의 경우에는 휘발성 금속만 제거되고 처리비용이 높다고 하였다. 결론으로는 생물학적 처리가 잠재력있고 비용이 저렴하다고 하였다(Mulligan, C. N., Yong, R. N. and Gibbs, B. F.(2001), "An Evaluation of Technologies for The Heavy Metal Remediation of Dredged Sediments", Journal of Hazardous Materials, Vol. 85, pp145-163).
- [0009] Teal과 Weishar 등은 델라웨어만 해변 복원을 위한 생태 공학적인 적합한 관리 및 복원관리법에 대해 발표하였다. 설계 및 공사는 생태 공학적이고 기본단계를 설정하여 자연생태계의 기능을 최대화할 수 있도록 하였다. 또한, 지속적인 모니터링을 하여 최적의 복원관리 방법을 개발하였다(Teal, J. M. and Weishar, L.(2005), "Ecological Engineering, Adaptive Management, and Restoration Management in Delaware Bay Salt Marsh Restoration", Ecological Engineering, vol.25, pp.304-314).
- [0010] Ruiz Diaz 등은 비료와 준설토를 혼합하여 일리노이 강과 시카고 메트로 폴리탄 지구의 준설 퇴적물을 대상으로 금속생물 농축 및 식물 생장을 분석하였다. 준설토 및 밭의 식물의 생장이 가능하나 생물체 내에 미량 금속이 축적되어 독성작용의 위험문제가 남아있다고 하였다. 보리, 콩 등 6가지 혼합물을 섞어 온실실험을 수행하였고 준설토와 비료의 혼합비율은 준설토 70:30, 80:20의 비율이 적합하다고 하였다(Ruiz Diaz, D. A., Darmody R. G., Marlin, J.C., Bollero, G. A. and Simmons, F. W.(2010), "Trace Metal Bioaccumulation and Plant Growth on Dredged River Sediments and Biosolids Mixtures", Water Air Soil Pollut, Vol. 206, pp.321-333).
- [0011] Chiellini 등은 이탈리아 Leghorn 항구 준설토의 오염물질 제거를 목적으로 박테리아 군집의 특성을 사용하여 식생공법을 제안하였다. AGRIPORT 프로젝트(오염된 준설퇴적물의 농업 재사용)는 오염된 준설 퇴적물의 처리를 위한 기술 개발에 목표를 두었다. 오염 제거과정에서 개발된 미생물 군집의 시간적인 변화에 대하여 모니터링을 실시하였다. 본 실험은 준설토 75%, 산 흙 25%로 배합비로 분지를 구성하여 실험하였다. 적용 1년 후에 토양이 안정인 것으로 평가되었다(Chiellini, C., Iannelli, R. and Petroni, G.(2013), "Temporal Characterization of Bacterial Communities in a Phytoremediation Pilot Plant Aimed at Decontaminating Polluted Sediments Dredged from Leghorn Harbor, Italy", New Biotechnology, Vol. 30, pp.772-779).
- [0012] 한편, 2012년 관세청 자료에 따르면 최근 커피수입량은 30만톤으로 2011년 대비 43.8%로 급증하였고, 하루 커피 소비량은 약 320 ton/day이고 슬러지로 배출되는 양은 약 225 ton/day로 일반 폐기물로 처리되고 있다. 커피슬러지는 입자 크기가 크고 다공성으로 통기성이 있고, 다량의 유기물을 함유하고 있다. 그러나, 커피슬러지에 대

한 연구도 역시 기초 연구단계에 머물러 있다.

- [0013] 류태준 등은 부산인산석고와 활성화 된 커피슬러지와 하수슬러지를 활용하여 인공복토재로 활용하는 방안에 대하여 연구하였다("부산 인산석고와 활성화된 커피슬러지를 활용한 하수슬러지의 인공 복토재로 활용", 석사학위 논문, 충남대학교).
- [0014] 김태은 등은 광미와 커피슬러지를 이용한 VOCs 흡착제 제조에 관한 연구에서 광미와 커피슬러지 하수슬러지의 적절한 배합을 통한 흡착제를 제조하여 VOCs에 관한 적절한 흡착조건을 수립하였고, 광미의 부족한 탄소원을 커피슬러지 내에 포함된 고정탄소량을 활용하였다("폐자원으로 제조한 외장재의 표면활성화에 의한 VOCs 흡착 특성", 석사학위논문, 강원대학교).
- [0015] 한국 공개특허 제2006-0009689호는 발효된 커피박을 포함하는 유기 토양개량제에 관한 것이고, 한국 공개특허 제2010-00050025호는 임해준설 매립지 내 준설토를 이용한 조경용 식재기반 토양의 조성방법에 대한 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0016] 본 발명의 발명자들은 매립 및 준설된 해저 준설토 위에 산 흙을 복토하지 않고도, 일반 육상식물의 식생이 가능한 이화학적 특성과 물리적 특성을 동시에 만족하여 식물생육에 최적화된 식생토를 개발하였다.

과제의 해결 수단

- [0017] 본 발명은 커피슬러지와 준설토를 혼합하여 포함하는 식생토에 관한 것이다.
- [0018] 바람직하게는, 커피슬러지는 식생토의 전체 중량에 대하여 1 내지 10 중량% 포함된다.
- [0019] 바람직하게는, 식생토는 식생토의 전체 중량에 대하여 1 내지 10 중량%의 톱밥 비료를 추가로 포함한다.
- [0020] 바람직하게는, 식생토는 식생토의 전체 중량에 대하여 30 중량% 이하의 산 흙을 추가로 포함한다.
- [0021] 바람직하게는, 식생토는 준설토의 pH보다 낮은 pH를 갖는다.
- [0022] 또한, 본 발명은 커피슬러지를 이용하여 준설토의 pH를 낮추는 방법에 관한 것이다.
- [0023] 바람직하게는, 준설토의 pH를 7 내지 8.5로 낮추는 방법에 관한 것이다.

발명의 효과

- [0024] 본 발명에 따른 식생토는 매립 또는 준설된 준설토 위에 산 흙을 복토하지 않고 일반 육상식물의 식생이 가능한 이화학적 특성과 물리적 특성을 만족한다. 특히, 본 발명에 따른 식생토는 고함수·고유기질의 준설토를 현장에서 즉시 개량 처리하여 식생이 가능한 녹생토로써 토목현장의 사면안정화 및 해양공간개발에 사용이 가능한 생태 환경형 재료를 만들 수 있다.
- [0025] 또한, 본 발명은 준설토 재활용을 위하여 시멘트를 혼합하는 경우에 발생하는 CO₂ 발생 문제를 해결하면서, 일반 폐기물로 처리되는 커피슬러지를 이용하는 친환경적인 기술이다.
- [0026] 본 발명은 커피슬러지를 이용하여 준설토의 pH를 친환경적이고 효율적으로 낮출 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 실시예 및 비교예에 따른 식생토에서의 토끼풀의 발아율을 나타내는 그래프이다.
- 도 2는 실시예 및 비교예에 따른 식생토에서의 토끼풀의 발아율을 4차 측정 후 실험 포트를 촬영한 사진이다.
- 도 3는 실시예 및 비교예에 따른 식생토에서의 패랭이의 발아율을 나타내는 그래프이다.
- 도 4는 실시예 및 비교예에 따른 식생토에서의 패랭이의 발아율을 4차 측정 후 실험 포트를 촬영한 사진이다.
- 도 5는 실시예 및 비교예에 따른 식생토에서의 보리의 발아율을 나타내는 그래프이다.
- 도 6은 실시예 및 비교예에 따른 식생토에서의 보리의 중량을 나타내는 그래프이다.

도 7은 실시예 및 비교예에 따른 식생토에서의 보리의 발아율을 4차 측정 후 실험 포트를 촬영한 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 본 발명에서 사용되는 모든 기술용어는, 달리 정의되지 않는 이상, 하기의 정의를 가지며 본 발명의 관련 분야에서 통상의 당업자가 일반적으로 이해하는 바와 같은 의미에 부합된다. 또한 본 명세서에는 바람직한 방법이나 시료가 기재되나, 이와 유사하거나 동등한 것들도 본 발명의 범주에 포함된다.
- [0029] 본 발명에 사용되는 용어 "준설토"는 하천이나 호소 바다의 바닥에 퇴적된 뿔, 흙, 모래 등을 준설했던 토양을 의미한다.
- [0030] 본 발명에 사용되는 용어 "커피슬러지"는 커피의 원두를 1회 이상 물을 통해 걸러내고 남은 것을 의미한다.
- [0031] 본 발명에 사용되는 용어 "톱밥 비료"은 절단, 연마, 사포질 등에 의해 목재를 가공하는 과정에서 발생하는 부산물(톱밥)을 포함하는 비료로서, 톱밥과 계분, 미생물, 부숙축진제 등을 포함한 유기질 비료를 의미한다.
- [0032] 본 발명에서 사용되는 용어 "산 흙"은 산, 들 등에서 절토하거나 일반적으로 텃밭, 나무·잔디를 식재할 경우 많이 사용하는 황토와 같은 흙을 의미하는 것으로, 바람직하게는 식물 성장 조건을 충족하기 위하여 유기물을 공급하고 굵은 입자로 인하여 준설토 내 공극을 부여할 수 있는 흙을 의미한다.
- [0033] 본 발명에서 사용되는 용어 "식생토"는 식물이 성장할 수 있는 조건을 만족하는 토양을 의미한다.
- [0034] 본 발명은 커피슬러지와 준설토를 혼합하여 포함하는 식생토에 관한 것이다. 준설토는 보통 강염기성이고 중금속이 다수 포함되는 문제가 있어, 식생토로 부적합하다. 또한, 종래의 준설토를 이용하여 식생기반 조성을 위한 연구는 식생가능한 식물이 염생식물로 제한적인 문제가 있었다. 그러나 본 발명에 따른 식생토는 염생식물이 아닌 일반 육상식물에 식생이 가능하다.
- [0035] 커피슬러지는 식생토의 전체 중량에 대하여 1 내지 10 중량% 포함될 수 있고, 바람직하게는 5 내지 9 중량% 포함될 수 있다. 1 중량% 미만으로 포함되는 경우에는 식물의 식생이 가능한 유기물 공급과 적정 pH 감소 조건을 만족하지 못하고, 10 중량% 초과하여 포함되는 경우에는 커피가 포함하고 있는 유분으로 인하여 산소공급을 차단할 수 있는 유막을 형성하는 문제가 있다.
- [0036] 또한, 식생토는 톱밥 비료를 추가로 포함할 수 있다. 바람직하게는 식생토의 전체 중량에 대하여 1 내지 10 중량%의 톱밥 비료를 추가로 포함할 수 있고, 보다 바람직하게는 3 내지 8 중량%의 톱밥 비료를 추가로 포함할 수 있다. 톱밥 비료는 준설토 내에서 유기물을 공급하고 미세한 입자의 준설토에 공극을 유지함으로써 원활한 산소 공급과 배수성 향상을 이유로 포함될 수 있다. 또한, 커피슬러지와 준설토가 혼합된 식생토의 부식 반응을 돕는 역할도 한다.
- [0037] 또한, 식생토는 식생토의 전체 중량에 대하여 30 중량% 이하의 산 흙을 추가로 포함할 수 있다. 산 흙은 식물의 초기 발아율과 최대 성장 길이를 증가시킬 수 있다. 산 흙을 30 중량% 초과하여 포함하는 경우는 식물생장시 산 흙에 대한 효과의 차이가 없고 경제성이 감소하므로 준설토를 활용하기 위한 본 발명의 목적을 벗어나 제외하였다.
- [0038] 본 발명에 따른 식생토는 준설토의 pH보다 낮은 pH를 갖는다. 커피슬러지와 준설토의 pH는 제조방법 및 채취 장소의 조건 등에 따라 다양할 수 있다. 일반적으로 커피슬러지의 pH 범위는 6 내지 7 정도이고, 준설토의 pH는 7 이상이고 준설토를 이용한 식물 성장 시 pH는 8이상으로 증가하게 되므로 커피슬러지의 pH 범위가 낮다. 이것은 커피슬러지가 약산성인 성질을 가지고 있기 때문이다.
- [0039] 그리고 커피슬러지를 준설토와 혼합하는 경우, 커피슬러지는 다공성인 성질로 인하여 준설토에 포함된 중금속을 흡착하는 성질을 나타낸다.
- [0040] 또한, 본 발명은 시료 내 공극 유지와 배수성 향상을 위하여 왕겨를 1 내지 3 중량% 추가로 포함할 수 있다.
- [0041] 또한, 본 발명은 커피슬러지를 이용하여 준설토의 pH를 낮추는 방법에 관한 것이다. 커피슬러지와 준설토를 혼합하는 경우, 식생토의 pH는 7 내지 8.5일 수 있고, 바람직하게는 7 내지 8 일 수 있다.
- [0042] 이하, 실시예 및 실험예를 참조하여 본 발명을 보다 상세하게 설명한다. 다만, 실시예에 의하여 본 발명이 한정

되는 것은 아니다.

1. 실험대상 준설토

실험에 사용한 준설토는 2014년 6월 군산 새만금 간척지 만경 3공구 내에서 준설했던 준설토를 임의의 3 장소에서 채취한 것이다. 특히, B 시료와 C 시료는 유사한 토질에서 채취하였다. B 시료는 만경 3공구 내에 방조제를 축조하기 위하여 준설했으며 약 2013년 6월부터 방치된 준설토이고, C 시료는 약 2013년 11월부터 방치되어 B 시료보다 약 5 개월 정도 방치가 덜 된 시료를 채취한 것이다. (재)한국환경조사평가원에 분석을 의뢰한 결과, 채취된 준설토는 아래와 같은 특성을 갖는다.

표 1

준설토	토양 pH	유기물 (mg/kg)	유효인산 (mg/kg)	염농도 (%)	염류농도 (ds/m)	양이온 교환용량(C.E.C)	총 질소 (T-N)
A시료	7.46	1.152	31.100	0.597	9.325	-	-
B시료	7.55	1.220	12.732	0.070	1.099	-	-
C시료	7.28	0.468	10.171	0.747	11.669	-	-

상기 표 1에서 알 수 있듯이, 채취된 준설토는 식물이 성장하는데 요구되는 기준치에 현저히 미달되는 토양 pH, 유기물, 유효인산, 염농도 등을 갖는 것을 확인할 수 있다. 특히, 토양 pH의 경우 강염기이고, 높은 수준이며, 유기물이 매우 낮은 수준이다.

또한, 토질이 유사한 B 시료와 C 시료를 비교하면, 방치가 오래된 B 시료의 염분이 낮은 것을 알 수 있다. 그러나, 모든 준설토는 식물 성장에 큰 영향을 미치는 염분이 여전히 높은 수준이다. 따라서, 실험대상 준설토는 식물 성장에 악조건임을 확인할 수 있었다.

표 2

준설토 토양오염 분석 결과

토양오염분석(mg/kg)		Hg	As	Cd	Cr ⁶⁺	Pb
A시료		불검출	3.550	불검출	불검출	8.055
B시료		불검출	3.259	불검출	1.766	5.202
C시료		불검출	3.328	불검출	0.778	6.919
토양오염기준	1지역 (우려/대책기준)	4/12	25/75	4/12	5/15	200/600
	2지역 (우려/대책기준)	10/30	50/150	10/30	15/45	400/1200
	3지역 (우려/대책기준)	20/60	200/600	60/180	40/120	700/2100
준설토사	활용/우려기준	0.32/2.47	21/65	1.55/11.8	-	62/404

안필균 등은 오염된 해역에서 발생하는 정화용 준설토 등, 중금속과 발암물질이 다량 함유되어 있는 준설토는 생물이나 인간에게 위해성을 미칠 수 있는 위험성을 잠재 하고 있기 때문에 재활용하거나 처분함에 있어서 많은 어려움이 따른다고 하였다(안필균(2012), "준설토 식생기반 개선에 따른 과중식물의 생육 특성 연구", 석사학위논문, 단국대학교).

상기 표 2는 준설토의 토양오염 분석 결과를 나타낸다. 실험대상 준설토는 군산 새만금 간척지에 방조제를 축조하고 약 1년 정도 방치된 지역에서 준설했던 토양으로서, 다른 지역 준설토의 중금속 함량보다 주변환경 및 기상 등의 영향으로 중금속의 함량이 약간 낮은 것을 알 수 있다. 그러나, 상기 준설토의 분석결과에서 알 수 있듯이, 실험대상 준설토는 여전히 다량의 중금속을 포함하고 있으며, 특히 6가 크롬과 납 등의 식물 성장에 악영향을 미치는 중금속을 포함하고 있었다.

또한, 안필균 등은 토양의 물리적 성질은 화학적 성질 및 미생물적 성질과 더불어 토양의 생성이나 분류 및 이용성과 직접적인 관계가 있다고 하였다. 토양의 물리적 조성인 토성은 통기성, 보수력, 공극량, 양분흡수능력,

수분함량, 점착력 등을 결정 함으로써 식물생육에 영향을 미친다고 하였다. 또한 토양의 성분에 따라 식물 종을 선택하는 것은 훼손지를 복원한 후, 차후에 복원의 질과 주변 환경과의 조화 및 경관의 품질을 결정짓는 중요한 요소이기 때문에 매우 중요하다고 할 수 있다고 하였다.

표 3

준설토 물성치 시험 결과

토양	비중 G_s	함수비 W_n (%)	No.200체 통과량(%)	최대건조 밀도 r_{dmax} (g/cm^3)	최적함수 비OMC (%)	액성한계 L_L	소성한계 P_L	소성지수 P_I
A시료	2.641	29.91	53.41	1.546	21.9	26.25	20.71	5.54
B시료	2.583	19.3	27.47	1.505	18.07	NP	NP	NP
C시료	2.607	23.05	27.85	1.548	19.01	NP	NP	NP

- 비중 (G_s) : 토질시험법 중 비중시험(KS F 2504)

- 함수비 (W_n) : 토질시험법 중 함수량 시험(KS F 2306)

- NO. 200체 통과량 : 토질시험법 중 입도시험(KS F 2302)

- 최대건조밀도 (r_{dmax}), 최적함수비(OMC) : 토질시험법 중 다짐시험(KS F 2312)

- 액성한계 (LL) : 토질 시험법 중 액성한계 시험(KS F 2302)

- 소성한계 (PL), 소성지수 (PI) : 토질 시험법 중 소성한계 시험(KS F 2304)

본 발명에 사용된 준설토는 표 3과 같은 물성치를 갖으며, 토질시험법 통일분류법(USCS)에 의하여 A 시료는 무기질실트(ML)이고, B 및 C 시료는 실트질이 섞인 모래(SM)로 분류된다.

2. 커피슬러지

커피슬러지는 2일에 1회 스타벅스를 방문하여 에스프레소 1회 추출하고 남은 커피슬러지를 약 20 kg씩 수거하여 자연건조 후 사용하였다. 본 발명에 사용된 커피슬러지는 표 4와 같은 이화학적 특성을 갖는다.

표 4

	pH	유기물 (%)	유효인산 (mg/kg)	염농도 (%)	염류농도 (ds/m)	양이온교환용 량(C.E.C)	총질소
커피슬러지	6.59	37.007	246.597	0.711	11.102	17.382	2365.625

표 4에서 알 수 있듯이, 본 발명에서 사용한 커피슬러지는 pH 6.59의 약산성을 나타내고, 유기물이 37% 포함되어 있어서, 준설토의 pH 감소 및 유기물 공급제 역할이 가능함을 예측할 수 있으며, 다른 식물의 생장조건도 충족시키는 것으로 확인되었다.

3. 커피슬러지의 pH 감소 실험

커피슬러지가 준설토의 pH를 감소시키는 효과가 있음을 확인하기 위하여 실험을 실시하였다. 커피슬러지 1 중량%(실시예 1), 커피슬러지 3 중량%(실시예 2), 커피슬러지 6 중량%(실시예 3) 및 커피슬러지 9 중량%(실시예 4)와 준설토를 혼합하여 100g으로 만들었다. 그리고 물 500ml가 들어있는 비커에 각각 넣은 후 혼합하였다. 혼합 30분 경과 후 각 실시예와 커피슬러지를 처리하지 않은 경우(비교예 1)의 pH를 측정하였다. 그 결과는 표 5와 같다.

표 5

	비교예 1	실시예 1	실시예 2	실시예 3	실시예 4
pH	8.65	8.50	8.20	7.89	7.46

상기와 같이 커피슬러지를 포함하는 경우 pH를 감소하는 효과가 있는 것을 알 수 있다.

4. 식물 성장 실험 1

4.1. 실험준비

D5cm X 5cm의 포트(pot)를 준비하였다. 포트의 바닥 층엔 1cm의 자갈을 넣어 배수 층을 확보하였고 준설토(시료 B)는 실트질이 섞인 모래(SM)이므로 관수 시 준설토의 유실을 방지하기 위하여 자갈층 위에 직경 5cm의 필터 페이퍼를 설치하였다.

실시예 5는 준설토 91 중량%, 톱밥 비료 6 중량%, 커피슬러지 3 중량%를 혼합한 것이고, 실시예 6은 준설토 88 중량%, 톱밥 비료 6 중량%, 커피슬러지 6 중량%를 혼합한 것이고, 실시예 7은 준설토 85 중량%, 톱밥 비료 6 중량%, 커피슬러지 9 중량%를 혼합한 것이다. 실시예 8은 준설토 61%, 산 흙 30%, 톱밥 비료 6 중량%, 커피슬러지 3 중량%를 혼합한 것이고, 실시예 9는 준설토 58 중량%, 산 흙 30%, 톱밥 비료 6 중량%, 커피슬러지 6 중량%를 혼합한 것이고, 실시예 10은 준설토 55 중량%, 산 흙 30%, 톱밥 비료 6 중량%, 커피슬러지 9 중량%를 혼합한 것이다. 사용된 중량범위는 상대밀도(D_r) 60%를 기준으로 건조단위 중량을 기준으로 결정된 것이다. 실험에 사용된 산 흙은 곡성군 옥과면 소재 산에서 채취한 것이다. 실험에 사용된 톱밥 비료는 신기산업 주식회사 제품(부속 톱밥 비료)으로서 톱밥 70 중량%, 계분 10 중량%, 미생물 5 중량%, 부속촉진제 15 중량%가 함유되었다.

위에 같이 식생토를 준비하여 필터 페이퍼 위에 3 cm의 높이로 충전하고 상층은 1cm의 여유를 두었다. 포트에 식생토를 충전한 후 1차 관수, 3일 후 2차 관수를 실시하고 종자를 파종하였다. 종자 파종 전 발아율을 증가시키기 위하여 종자 별로 24시간 정도 물에 불린 후에 파종하였다. 종자는 토끼풀과 패랭이의 종자를 이용하였으며 아람종묘의 제품이다.

4.2. 실험 및 측정

포트를 준비한 후 식물의 성장조건의 최저 온도($15^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$)의 실내 비닐 하우스에서 실험하였다. 종자의 발아율은 페트리디쉬에 여과지를 깔고 물을 주어 발아율을 확인하였다. 발아를 측정하여 발아가 시작되고 안정기로 접어들었다고 판단되는 2주 후부터 5일 간격으로 발아율을 4회 측정하였다. 발아율은 $\frac{[(\text{발아 측정시 개수})/(\text{파종 개수})] \times 100\%}{\text{계산하여 표시하였다}}$. 종자의 생장은 잎의 끝이 시들기 시작한 후 성장한 식물의 부분을 전체적으로 구분하여 최대성장 길이를 측정하고 소수점 5자리까지 측정이 가능한 저울을 이용하여 식물 중량을 측정하였다.

4.3. 실험결과

도 1은 실시예 및 비교예에 따른 식생토에서의 토끼풀의 발아율을 나타내는 그래프이고, 도 2는 실시예 및 비교예에 따른 식생토에서의 토끼풀의 발아율을 4차 측정 후 실험 포트를 촬영한 사진이다. 또한, 도 3는 실시예 및 비교예에 따른 식생토에서의 패랭이의 발아율을 나타내는 그래프이고, 도 4는 실시예 및 비교예에 따른 식생토에서의 패랭이의 발아율을 4차 측정 후 실험 포트를 촬영한 사진이다.

준설토, 커피슬러지와 함께 산 흙을 추가로 배합한 경우(실시예 8 내지 10)에 초기 발아율이 증가한 것을 알 수 있다. 또한, 커피슬러지의 배합량이 증가할수록 발아율과 식물의 성장 길이가 증가하는 것을 확인할 수 있다. 특히 토끼풀의 경우 4차 측정시 산 흙을 포함하지 않은 실시예 7이 산 흙을 포함한 실시예 8 및 9 보다 높은 발아율을 나타내었다.

또한, 데이터로 나타내지 않았지만, 커피슬러지를 처리하지 않은 경우에는 지속적인 관수시 준설토의 수축이 발생하고 시료가 유실이 큰 것을 확인할 수 있었다.

[0079] 5. 식물 성장 실험 2

[0080] 5.1. 실험준비

[0081] L30cm X B20cm X 15cm의 케이스를 준비하였다. 케이스의 바닥 층엔 1cm의 자갈을 넣어 배수 층을 확보하였고 준설토(시료 B)는 실트질이 섞인 모래(SM)이므로 관수 시 준설토의 유실을 방지하기 위하여 자갈층 위에 직경 5cm의 필터 페이퍼를 설치하였다.

[0082] 비교예 2은 준설토 100 중량%이고, 비교예 3는 준설토 94 중량%, 톱밥 비료 6 중량%를 혼합한 것이고, 비교예 4은 준설토 70 중량%, 산 흙 30 중량%를 혼합한 것이고, 비교예 5는 준설토 64 중량%, 산 흙 30 중량%, 톱밥 비료 6 중량%를 혼합한 것이고, 실시예 11은 준설토 91 중량%, 커피슬러지 9 중량%를 혼합한 것이고, 실시예 7은 준설토 85 중량%, 톱밥 비료 6 중량%, 커피슬러지 9 중량%를 혼합한 것이고, 실시예 12는 준설토 61 중량%, 산 흙 30 중량%, 커피슬러지 9 중량%를 포함한 것이고, 실시예 10은 준설토 55 중량%, 산 흙 30%, 톱밥 비료 6 중량%, 커피슬러지 9 중량%를 혼합한 것이다. 사용된 중량범위는 상대밀도(D_r) 60%를 기준으로 건조단위 중량을 기준으로 결정된 것이다. 실험에 사용된 산 흙은 곡성군 옥파면 소재 산에서 채취한 것이다. 실험에 사용된 톱밥 비료는 신기산업 주식회사 제품(부숙 톱밥 비료)으로서 톱밥 70 중량%, 계분 10 중량%, 미생물 5 중량%, 부속촉진제 15 중량%가 함유되었다.

[0083] 위에 같이 식생토를 준비하여 필터 페이퍼 위에 3 cm의 높이로 충전하고 상층은 1cm의 여유를 두었다. 케이스에 식생토를 충전한 후 1차 관수, 3일 후 2차 관수를 실시하고 종자를 파종하였다. 종자 파종 전 발아율을 증가시키기 위하여 종자 별로 24시간 정도 물에 불린 후에 파종하였다. 종자는 아람종묘의 보리 종자를 이용하였다.

[0084] 5.2. 실험 및 측정

[0085] 케이스를 준비한 후 온도 조건(20℃ 내지 25℃)의 실내 비닐 하우스에서 실험하였다. 종자의 발아율은 페트리디쉬에 여과지를 깔고 물을 주어 발아율을 확인하였다. 발아를 측정하여 발아가 시작되고 안정기로 접어들었다고 판단되는 2주 후부터 5일 간격으로 발아율을 4회 측정하였다. 발아율은 [(발아 측정시 개수)/(파종 개수)] x 100%로 계산하여 표시하였다. 종자의 생장은 잎의 끝이 시들기 시작한 후 생장한 식물의 부분을 전체적으로 구분하여 최대생장 길이를 측정하고 소수점 5자리까지 측정이 가능한 저울을 이용하여 식물 중량을 측정하였다.

[0086] 5.3. 실험결과

[0087] 도 5는 실시예 및 비교예에 따른 식생토에서의 보리의 발아율을 나타내는 그래프이고, 도 6은 실시예 및 비교예에 따른 식생토에서의 보리의 중량을 나타내는 그래프이고, 도 7은 실시예 및 비교예에 따른 식생토에서의 보리의 발아율을 4차 측정한 후 실험 케이스를 촬영한 사진이다.

[0088] 도 5에서 알 수 있듯이, 커피슬러지를 9 중량% 포함하는 경우(비교예 2와 실시예 11, 비교예 5와 실시예 10 등을 비교)에 보리의 발아율이 우수해지는 것을 알 수 있다. 또한, 도 6에서 알 수 있듯이, 커피슬러지를 9 중량% 포함하는 경우에 보리의 중량이 증가하였고, 도 7에서 알 수 있듯이, 커피슬러지를 9 중량% 포함하는 경우에 식물의 최대 생장길이가 증가하고 식물이 잘 자라는 것을 알 수 있다.

[0089] 또한, 4차 측정이 끝난 후 식생토를 채취하여 이화학적 특성을 재측정하였다. 결과는 표 6에 나타내었다.

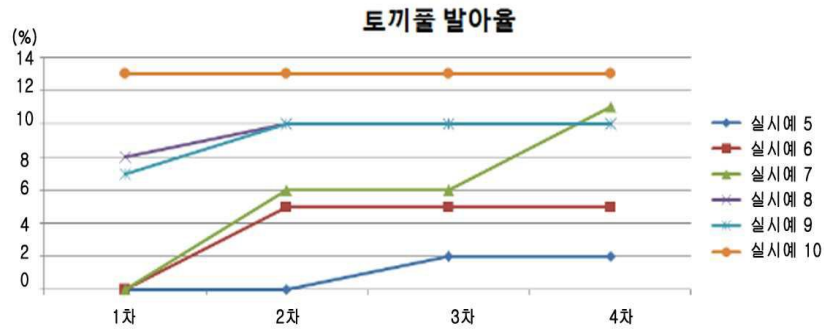
표 6

	토양 pH	유기물 (mg/kg)	유효인산 (mg/kg)	염농도 (%)	염류농도 (ds/m)	양이온 교환 용량	총 질소
비교예 2	8.48	0.755	11.618	0.085	1.328	1.909	92.459
비교예 3	7.80	2.022	110.932	0.029	0.455	0.392	216.547
비교예 4	8.04	3.935	9.283	0.017	0.266	2.308	485.264
비교예 5	7.55	3.845	52.968	0.027	0.426	1.555	492.661
실시예 7	7.65	11.532	78.381	0.037	0.581	3.318	1829.117

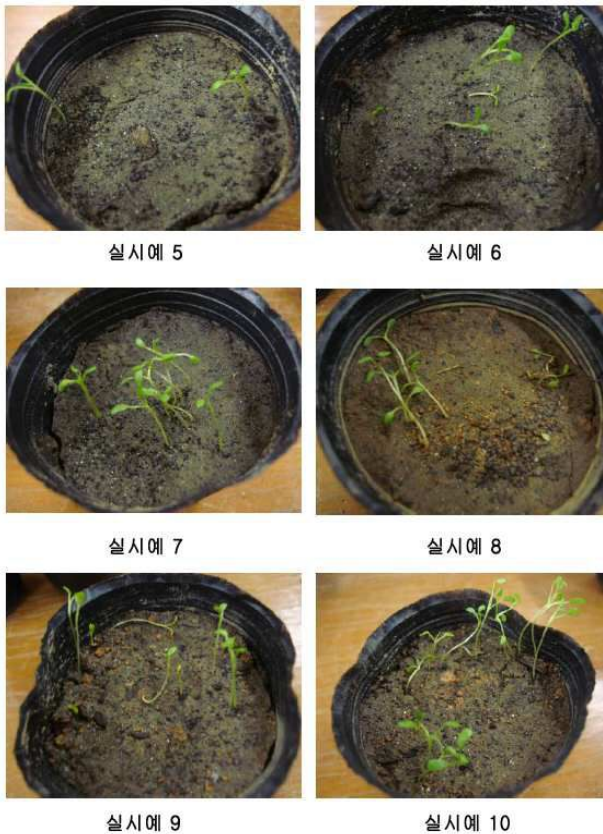
[0091] 본 발명에 따른 실시예 7의 경우 토양의 pH가 낮으면서 유기물이 풍부하고 염분을 효율적으로 낮추는 등 식물 성장에 적합한 조건을 나타내는 것을 알 수 있다.

도면

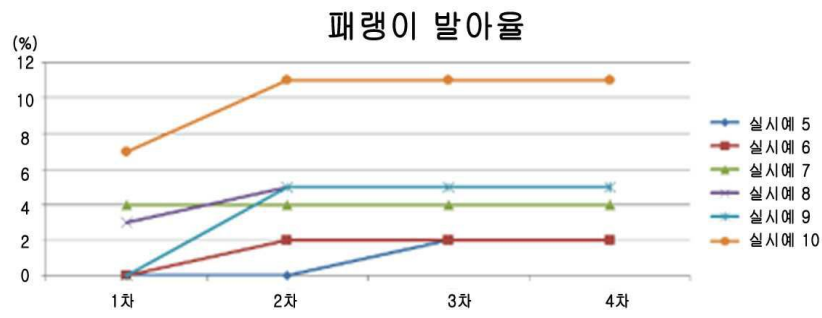
도면1



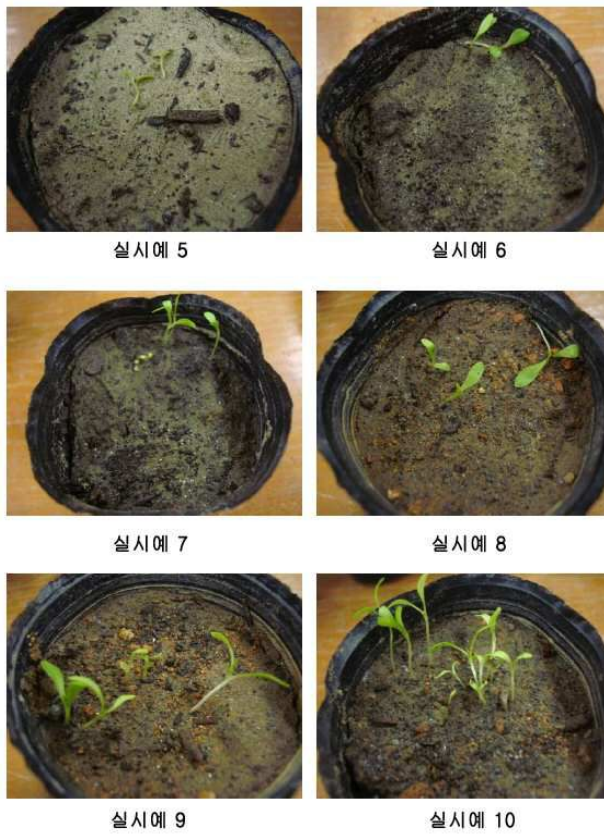
도면2



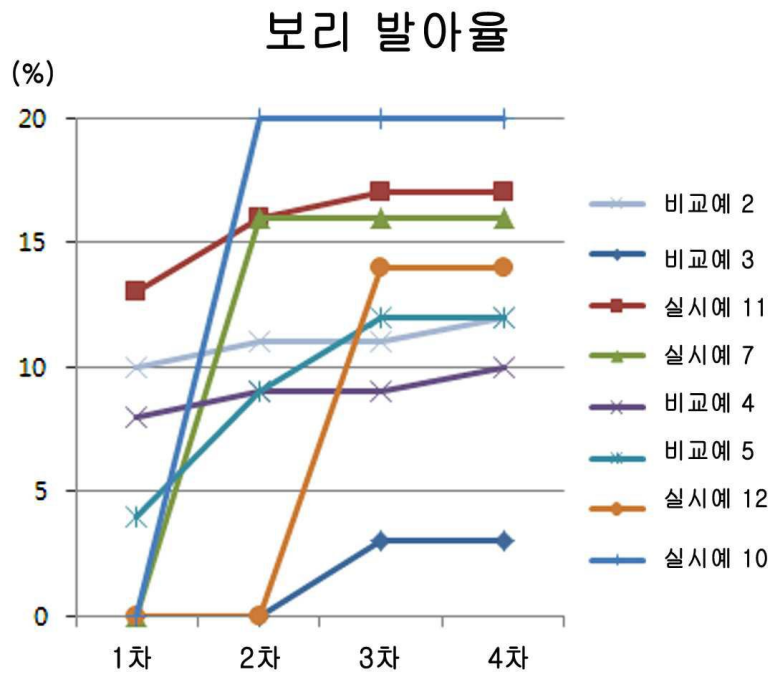
도면3



도면4



도면5



도면6



도면7

