



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0082119
 (43) 공개일자 2016년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C09K 17/22 (2006.01) **C09K 17/32** (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2014-0194585
 (22) 출원일자 2014년12월31일
 심사청구일자 2014년12월31일

(71) 출원인
농업회사법인주식회사 오상킨섹트
 경기도 구리시 건원대로34번길 27, 세신인창중
 합빌딩 910호(인창동)
 (72) 발명자
이준석
 경기도 남양주시 화도읍 녹촌로 51, 105동 1801호
 (신창현두산위브아파트)
박장우
 서울특별시 광진구 군자로12길 46, 일성아파트
 101-204 (군자동)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
김해중

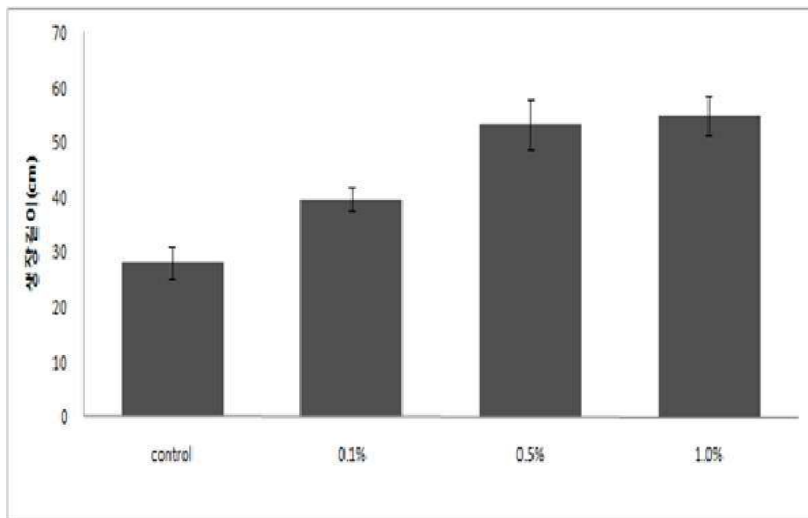
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 **생분해성 폴리머를 함유한 토양개량제**

(57) 요약

본 발명은 K+계통의 합성 폴리머 1 내지 20중량%와, 천연 폴리머 80 내지 99중량%를 혼합하여 작물에 일정량 수분을 공급하도록 수분흡수율이 높고 우수한 생분해성을 갖는 토양개량제 관한 것이다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

박기병

강원도 춘천시 부평길8번길 17 (후평동)

이은영

서울특별시 강남구 삼성로 150 , 102동 1205호(대
치동, 한보미도맨션)

홍선화

경기도 수원시 영통구 봉영로 1526 , 718동 504
호(영통동, 살구골동아아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2013000130001

부처명 환경부

연구관리전문기관 한국환경산업기술원

연구사업명 차세대 에코이노베이션 사업

연구과제명 기능성 고분자폴리머를 이용한 식생복원용 토양개량제의 개발

기 여 율 1/1

주관기관 농업회사법인주식회사 오상킨섹트

연구기간 2013.05.01 ~ 2016.03.31

명세서

청구범위

청구항 1

K+계통의 합성 폴리머 1 내지 20중량%와, 천연 폴리머 80 내지 99중량%를 혼합하여 이루어진 것을 특징으로 하는 생분해성 폴리머를 함유한 토양개량제.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 K+계통의 합성 폴리머는 포타슘 폴리아크릴레이트(Potassium Polyacrylate)인 것을 특징으로 하는 생분해성 폴리머를 함유한 토양개량제.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 천연 폴리머는 한천(Agarose)인 것을 특징으로 하는 생분해성 폴리머를 함유한 토양개량제.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 토양개량제는 토양에 0.5% 내지 1%로 혼합되는 것을 특징으로 하는 생분해성 폴리머를 함유한 토양개량제.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 합성 폴리머와 천연 폴리머를 혼합하여 수분흡수율이 높고 우수한 생분해성 폴리머를 함유한 토양개량제에 관한 것으로, 특히, 합성 폴리머로 K+계통의 폴리머를 사용하고, 천연 폴리머로 한천을 사용하여 작물에 일정량의 수분을 공급할 수 있도록 하는 수분흡수율이 높고 우수한 생분해성 폴리머를 함유한 토양개량제에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 고흡수성 폴리머는 이온성기(基)를 가지는 수용성 전해질 고분자에 가교결합을 도입한 3차원의 망상구조물인데, 수용성 폴리머와는 달리 물에 녹지 않고 자중의 수백배 이상의 증류수 및 수십배 이상의 인공뇨를 흡수하며, 특히 외압하에서 물을 보유하는 능력이 뛰어난 고기능성 폴리머이다.

[0003] 종래에는 물을 흡수하는 재료로 탈지면, 펄프, 스폰지 등이 일반적으로 이용되어 왔으나, 이들은 단지 물리적인 모세관현상에 의해 기질의 간극에 물을 흡수하므로 흡수율이 낮고, 흡수한 물을 보관하는 능력도 떨어져 압력을 가하면 물이 너무 쉽게 배출되어 버린다는 문제가 있다.

[0004] 그러나, 고흡수성 폴리머의 경우에는 이들 흡수제의 간극보다도 훨씬 미세한 수준이며, 물리적인 모세관현상에 의한 흡수뿐만 아니라, 폴리머를 구성하는 분자 사이에 물이 가두어져 흡수되는 화학적 결합을 하기 때문에 자

중의 수백배의 물을 흡수하는 높은 흡수성을 갖고, 일단 물을 흡수하여 팽윤한 하이드로겔(hydrogel)이 되면 압력이 걸려도 물이 배출되지 않는 뛰어난 보수성을 가지고 있다. 즉, 고흡수성 폴리머는 사슬 상호간에 부분적으로 가교되어 3차원 망상구조로 치밀하게 구성되어 있으며, 각각의 폴리머 사슬은 카르복산나트륨(-COO-Na+)과 같은 친수성기를 가지고 있으므로, 폴리머 망목 내로 물이 침투해 들어오면 카르복산나트륨기 중의 나트륨(Na+)은 해리하고, 폴리머 사슬에는 카르복실기(-COO-)가 남게 된다.

[0005] 폴리머 사슬의 카르복실기들은 -이온으로 서로 전기적으로 반발하기 때문에, 폴리머 사슬의 망목은 확장되며, 동시에 +이온과 -이온을 3차원 망목계 내에 많이 보유하여 이온의 농도가 높은 폴리머 흡수겔에는 외부의 물이 폴리머의 내부로 침입하려고 하는 침투압도 작용한다. 또한, 폴리머 이온은 -전하끼리의 반발에 의해 확장되어 가며, 폴리머와 물과의 친화력도 작용하여 망목 내에는 다량의 물이 간직된다. 만약 이 경우 분자간 가교에 의한 3차원 망목구조가 없으면, 폴리머의 분자사슬은 막대모양으로 되어 무한대로 확장하여 물속에서 용해해버리는 소위, 수용성 폴리머가 된다.

[0006] 고흡수성 폴리머는 일단 물을 흡수하게 되면 주위가 건조되어도 흡수겔 자체는 쉽게 건조되지 않고, 서서히 물을 방출하게 되는 특징을 가지고 있어, 폴리머를 토양과 혼합하여 작물을 재배하게 되면 흡수겔이 물 저장고 역할을 하여 식물을 위한 물 공급원이 되어 식물이 흡수하는 유효수분량이 대폭 증가하게 된다. 따라서 가뭄이 심한 지역에서 식물의 고사 피해를 최대한 줄일 수 있을 뿐만 아니라, 비료성분을 흡수·유지하여 용탈량이 절감되는 효과가 있다. 그 밖에 건조시 식물의 발아력을 향상시키고, 발아 일수를 단축시키는 목적으로 종자 표면을 고흡수성 폴리머로 피복하여, 소위 종자 코팅용제로의 사용이 가능하다.

[0007] 그러나, 이런 화학제품인 합성 폴리머계 고흡수성 폴리머의 경우, 농업용 토양개량제로 사용시 흡수능을 잃은 후에도 분해되지 않고 합성고분자 성분이 잔류하여 토질을 변화시킨다는 문제가 있고, 또한, 현재 이용중인 고분자 폴리머는 대부분이 Sodium계통으로 토양의 염류집적 문제를 유발할 가능성이 있어 보다 안정적인고분자 폴리머를 탐색 개발하는 것이 절실히 필요하다고 하겠다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 국내공개특허 제2002-31677호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상기와 같은 필요에 의해 개발된 것으로, 본 발명의 목적은, 합성 폴리머와 천연 폴리머를 일정 비율로 혼합하여 작물에 일정량 수분을 공급하도록 하기 위해 수분흡수율이 높고 우수한 생분해성 폴리머를 함유한 토양개량제를 제공하는 데 있다.

[0010] 본 발명의 다른 목적은, 합성 폴리머로 K+계통의 폴리머를 사용하고, 천연 폴리머로 한천을 사용하여 수분흡수율과 생분해성을 동시에 만족하는 생분해성 폴리머를 함유한 토양개량제를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기와 같은 과제 해결을 위해 본 발명에 따른 생분해성 폴리머를 함유한 토양개량제는, K+계통의 합성 폴리머 1 내지 20중량%와, 천연 폴리머 80 내지 99중량%를 혼합하여 이루어진 것을 특징으로 한다.

[0012] 바람직하게, K+계통의 합성 폴리머는 포타슘 폴리아크릴레이트(Potassium Polyacrylate)이고, 천연 폴리머는 한천(Agarose)이다.

발명의 효과

[0013] 상기와 같은 특징을 갖는 본 발명에 따른 생분해성 폴리머를 함유한 토양개량제는, K+계통의 합성 폴리머와 천연 폴리머로 이루어져 높은 수분흡수율과 우수한 생분해성을 갖는 효과가 있다. 또한, 천연 폴리머와 합성 폴리머 종류별 수분흡수율 등 물리적인 특성을 파악하여 최적의 천연 폴리머와 합성 폴리머를 선택하고, 선택된 천연 폴리머와 합성 폴리머를 비율별로 혼합하여 물리적인 특성을 파악한 후 생분해성을 조사하여 최적의 비율을 조사함으로써, 천연 폴리머와 합성 폴리머의 최적 혼합비율과 생분해 능력을 알 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 Na+계통과 K+계통의 합성 폴리머의 시간에 따른 수분흡수율 변화를 나타낸 그래프이다.
 도 2는 전분과 한천의 시간에 따른 수분흡수율 변화를 나타낸 그래프이다.
 도 3은 토양에 토양개량제를 혼합한 혼합비율에 따라 생장길이의 차이를 표시한 그래프이다.
 도 4는 토양개량제 1.0% 혼합시 토양에 크랙이 발생한 상태를 촬영한 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하, 본 발명의 생분해성 폴리머를 함유한 토양개량제에 대하여 자세히 설명한다.

[0016] 본 발명의 생분해성 폴리머를 함유한 토양개량제는, K+계통의 합성 폴리머와 천연 폴리머로 혼합하여 생성된다. K+계통의 합성 폴리머는 고흡수성 폴리머인 포타슘 폴리아크릴레이트(Potassium Polyacrylate)를 사용하는 것이 바람직하다. K+계통의 합성 폴리머계통의 합성 폴리머를 사용하면 종래의 Na+계통 폴리머가 물에 의해 나트륨(Na+)이 해리되어 토양에 축적되는 것을 원천적으로 방지할 수 있게 된다.

[0017] K+계통의 합성 폴리머는 전제 중량에 대하여 1 내지 20중량%로 혼합된다. 이때, 1중량% 이하이면 수분흡수율이 낮아지는 문제가 있고, 20중량% 이상이면 고흡수성 폴리머 조성물의 생분해도가 낮아지는 문제가 있다. 또한, 포타슘 폴리아크릴레이트(Potassium Polyacrylate)는 폴리아크릴산과 수산화칼륨(KOH)의 중화반응에 의해 형성된다.

[0018] 천연 폴리머는 한천(Agarose)이 사용되는 것이 바람직하며, 전제 중량에 대하여 80 내지 99중량%로 혼합된다. 이때, 80중량% 이하이면 K+계통의 합성 폴리머의 양이 많아서 생분해성이 낮아지는 문제가 있고, 99중량% 이상이면 수분흡수율이 낮아지는 문제가 있다.

[0019] 이하, 실시예를 바탕으로 본 발명의 생분해성 폴리머를 함유한 토양개량제를 자세히 설명하지만, 본 발명이 이들의 예로만 한정되는 것은 아니다.

[0020] <실시예 1> 토양개량제 성분들의 수분 보유력 및 흡수력 확인

[0021] 토양개량제는 외부환경에서의 강우와 건조가 반복되는 악조건의 환경을 견뎌야 하는 특성을 요구하고 있다. 이

에 본 발명의 토양개량제의 성분에 따른 수분 보유력 및 흡수력의 변화를 관찰하였다. 상업적으로 우수한 폴리아크릴레이트류의 고흡수성 폴리머 화학적 구조로 Na+계통과 K+계통으로 구분되고 있으며, 현재 가장 많이 사용되고 있는 고흡수성 폴리머는 Na+계열이다. 이는 토양에 염류가 잔존하거나 집적할 위험 요소가 존재하기에 본 발명의 토양개량제로써 K+계통의 고흡수성 폴리머와, 한천(Agarose)에 대하여 실험하였다.

[0022] (1) K+(Potassium)계통의 수분흡수율 확인

[0023] 실시예로써 고흡수성 합성 폴리머로써 본 발명의 K+(Potassium)계통인 포타슘 폴리아크릴레이트와 비교예로써 Na+(Sodium) 계통인 소듐 폴리아크릴레이트를 각각 1g을 넣은 비이커에 증류수 1,000ml를 넣고 상온에서 30분간 방치하여 수분을 포화상태로 흡수시킨 후 각각을 부직포로 만든 티백(L×W×H, 50×50×10mm)에 팽윤한 겔을 넣고, 이후 50℃의 건조기에서 24시간 완전건조시켰다. 그 후 다시 증류수 1,000ml를 넣고 상온에서 30분간 방치하여 수분을 포화상태로 흡수시킨 후 상기와 같은 방법으로 중량을 측정하여 수분 흡수율을 확인하였다. 이와 같은 실험을 30일 동안 반복적으로 수행하여 고분자 폴리머 Na+ 계통과 K+계통 두 종류의 건조, 재흡수에 따른 흡수량의 변화를 비교하였다.

[0024] 측정된 데이터를 이용하여 [수학식 1]을 이용하여 흡수율을 계산하였으며, 그 결과를 도 1의 그래프로 나타내었다.

수학식 1

$$\text{수분흡수율(\%)} = \frac{\text{흡수된폴리머의중량(g)} - \text{폴리머의초기중량(g)}}{\text{폴리머의초기중량(g)}} \times 100$$

[0025]

[0026] 도 1에서 보는 바와 같이, 초기 수분흡수율은 비교예인 Na+(Sodium)이 실시예인 K+(Potassium)보다 거의 2배 정도 높았지만 Na+(Sodium)은 K+(Potassium)보다 매우 급격하게 수분흡수율이 감소하는 것을 확인할 수 있으며, 29일이 경과하면 수분흡수율이 거의 0에 근접하였다. 반면에 실시예인 K+계통의 경우에는 초기 수분흡수율은 Na+에 비해 적지만, 시간이 지나도 수분흡수율의 감소가 낮아서 29일이 경과한 후에도 흡수된 수분의 2/3가 유지되었다.

[0027] 이와 같이 Na+계통의 합성 폴리머는 흡수된 수분이 빠른 시일 내에 빠져나가기 때문에 농업용 토양개량제 적용 시 식물에 수분을 원활하게 공급할 수 없어 토양개량제로 사용하기에 부적합하지만, K+계통의 합성 폴리머는 흡수된 수분이 서서히 빠져나가기 때문에 식물에 수분을 안정적으로 공급할 수 있어 토양개량제로 사용하기에는 적합함을 확인할 수 있다.

[0028] (2) 한천(Agarose)의 수분흡수율 확인

[0029] 실시예로써 고흡수성 천연 폴리머인 한천(Agarose)과 비교예로서 전분(Starch)을 각각 1g 넣은 비이커에 증류수 1,000ml를 넣고 상온에서 일정 시간별로 방치한 후 각각을 부직포로 만든 티백(L×W×H, 50×50×10mm)에 팽윤한 겔을 넣고 이후, 30분간 티백에서 물이 충분히 빠지도록 공중에 매달아 방치하고 중량을 측정하여 일정시간 별로 흡수율을 측정하였다.

[0030] 측정된 데이터를 이용하여 [수학식 1]을 이용하여 흡수율을 계산하였으며, 그 결과를 도 2의 그래프로 나타내었다.

[0031] 도 2에 나타난 바와 같이, 천연 폴리머의 경우에는 실시예인 한천(Agarose)을 사용한 경우에 비교예인 전분(Starch)을 사용한 경우보다 1.5배 정도 높은 수분흡수율을 갖는 것을 확인할 수 있다. 이와 같이 토양개량제로

서 천연 폴리머인 한천이 우수한 수분 흡수제로 적합함을 알 수 있다.

[0032] <실시예 2> 토양개량제의 생분해성 실험

[0033] 본 발명의 토양개량제는 고흡수성 폴리머의 특성을 높이기 위해 안정적이며, 수분흡수율이 좋은 합성 폴리머인 Potassium 계통의 포타슘 폴리아크릴레이트와 천연 폴리머인 Agarose를 100 : 0, 80 : 20, 50 : 50, 20 : 80, 0 : 100의 비율로 혼합하여 생성하였다.

[0034] 고흡수성 폴리머의 특성 검정에서 가장 중요한 표준 토양중의 생분해도를 검정하였다. 생분해도 검정은 시료의 호기성 퇴비화 조건에서의 생분해도 검정법(KS M 3100-1)인 “퇴비-퇴비화 조건에서 플라스틱의 호기성 생분해도 및 붕괴도 측정 - 제 1부 : 적정에 의한 발생 이산화탄소의 정량법”을 적용하여 시험을 수행하였다. 퇴비화 조건에 사용되는 표준 퇴비는 강원대학교에서 제조된 퇴비를 사용하여 시험을 수행하였다.

[0035] 고분자 폴리머의 탄소함량 측정은 원소분석기(FLASH EA-1112)를 이용하여 시료 1mg에 대한 열분해(1,800℃)를 통해 가스의 산화/환원 반응 결과를 열전도도검출기(TCD)를 이용하여 분석하였다. 이때 표준물질은 BBOT(2,5 Bis(5-tert-butyl-benzoxazol-2-yl) thiophene) 표본을 사용하였다. 대조로 사용된 셀룰로오스는 TLC grade 20 um(Sigma-Aldrich)를 사용하였다.

[0036] 표준퇴비에 대한 성분분석은 폐기물 공정시험방법(환경부 제2007-58호)과 비료의 품질검사 방법 및 시료채취기준(농촌진흥청 제2005-27호)에 따라 ICP(Inductively Coupled Plasma, PE5300-DV, Perkin Elmer, USA)를 사용하여 분석을 수행하였다.

[0037] 생분해도 시험은 KS M 3100-1 지침에 의한 퇴비화 조건에서 발생하는 이산화탄소의 양을 측정하여 유기 화합물인 플라스틱의 호기성 생분해도를 측정하는 방법으로 강원대학교 공동실험실의 생분해성 검정기(JSBDT-24)를 이용하여 분석하였다. 이 방법은 도시 고형폐기물 중 유기 성분들의 호기성 퇴비화 상황을 모사하기 위해 고안된 방법으로 시험방법은 시료중의 탄소가 이산화탄소로 전환되는 속도 및 전환율을 측정하는 방법에 의해 생분해율을 검정하는 방법이다.

[0038] 이산화탄소 발생량은 45일간 누적량을 측정하였으며, 일정한 비율로 혼합된(potassium : cellulose) 고분자 폴리머는 액체질소를 이용하여 분쇄하여 표면적을 2×2cm 보다 작게 하였다. 누적 이산화탄소의 발생량(ThCO₂)은 [수학식 2]로 계산하여 표 1에 나타내었고, 생분해도(DT)는 [수학식 3]으로 계산하여 표 2에 나타내었다.

수학식 2

[0039]
$$ThCO_2 = M_{TOT} \times C_{TOT} \times 44/12$$

[0040] 여기서 M_{TOT} : 시험 시작시 퇴비에 첨가된 시료 중 건조 고형분의 양(g)

[0041] C_{TOT} : 시료의 총 건조고형분에 포함된 유기탄소의 비율(g/g)

[0042] 44/12 : 이산화탄소의 분자량과 탄소의 분자량

표 1

Days	Blank(g CO ₂)	Agarose (g CO ₂)	Potassium 2 :	Potassium 5 :	Potassium 8 :	Potassium (g CO ₂)
			Agarose 8 (g CO ₂)	Agarose 5 (g CO ₂)	Agarose 2 (g CO ₂)	
0	0	0	0	0	0	0
7	2.9	5.3	4.2	3.8	3.2	3.0
14	7.4	10.0	9.1	8.6	7.8	7.5
21	9.8	13.6	12.5	11.5	10.3	9.9
28	12.0	16.6	15.5	14.1	12.6	12.1
35	13.9	19.8	18.4	16.4	14.9	14.0
45	15.5	22.3	20.2	18.2	16.7	15.6

[0043]

[0044] 혼합비율(천연+합성) 고흡수성 폴리머에 따른 기간별 이산화탄소 측정결과.

수학식 3

$$D_T = [(CO_2)_T - (CO_2)_B] / ThCO_2 \times 100$$

(CO₂)_T : 시료가 담긴 퇴비화 용기로부터 발생한 이산화탄소의 누적량(g)

(CO₂)_B : 접종원 용기로부터 발생하는 이산화탄소 누적량의 평균(g)

ThCO₂ : 용기 속 시료에 의해 발생하는 이론적 이산화탄소의 양(g)

[0045]

표 2

Days	Agarose (g CO ₂)	Potassium 2 :	Potassium 5 :	Potassium 8 :	Potassium (g CO ₂)
		Agarose 8 (g CO ₂)	Agarose 5 (g CO ₂)	Agarose 2 (g CO ₂)	
ThCO ₂	8.250	6.783	4.767	2.567	0.917
Bio-degradability(%)	83.23	69.29	56.64	48.05	10.55

[0046]

[0047] 혼합비율(천연+합성) 고흡수성 폴리머에 따른 생분해도 측정결과

[0048] 분석결과 표 1과 2에 나타난 것과 같이 45일째의 최종 생분해도 측정한 결과는 한천(Agarose) 단독인 경우에 이산화탄소 발생량은 8.250g이고, Potassium 2 : Agarose 8의 경우에는 6.783g, Potassium 5 : Agarose 5의 경우에는 4.767g, Potassium 8 : Agarose 2의 경우에는 2.567g, Potassium 단독인 경우에는 0.917g 으로 계산되었으며, 생분해도는 한천(Agarose) 단독인 경우에 83%, Potassium 2 : Agarose 8인 경우 70%, Potassium 5 : Agarose 5인 경우 56%, Potassium 8 : Agarose 2인 경우 50%, Potassium 단독인 경우 10% 정도인 것으로 확인되었다.

[0049] 실험결과에서 확인할 수 있듯이, Agarose의 양이 증가할수록 생분해도는 높은 것으로 조사되었으며, potassium의 경우에는 거의 분해가 되지 않았다. 따라서, 한천(Agarose)만의 경우 생분해성이 높지만, 토양개량제로 사용

하기 위해서는 수분 보유력 및 흡수력을 위해 Potassium을 포함하는 경우에는 Agarose의 함량이 80 내지 99% 정도에서 생분해성 및 수분흡수율이 가장 좋은 것으로 확인할 수 있다.

[0050] <실시예 3> 토양개량제의 적정 밀도에 따른 작물에 미치는 영향 실험

[0051] 본 발명의 토양개량제가 작물에 미치는 영향을 확인하기 위하여 합성 폴리머인 Potassium 계통의 포타슘 폴리아크릴레이트와 천연 폴리머인 Agarose가 1 : 9로 혼합하여 생성된 본 발명의 토양개량제를 생성하고, 수분 배출력이 높은 사질토양을 이용하여 실험하였다.

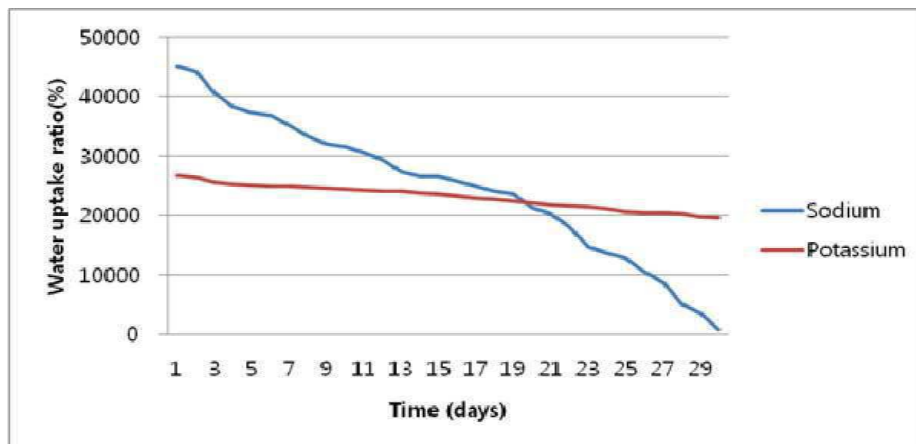
[0052] 생성된 토양개량제를 토양에 0.1, 0.5, 1.0%(w/v)로 각각 혼합하고, 작물은 고추를 이용하고, 관수조건은 5일에 1회 정도 관수를 실시하였으며, 물의 양은 0.5 l /pot 정도로 관수를 실시하였다. 20~25℃ 조건에서 30일 동안 생육길이를 측정하여 최종 생육상태를 확인하고 도 3의 그래프로 나타내었다.

[0053] 도 3에 나타난 바와 같이, 토양에 대한 토양개량제의 혼합비율에서는 0.5%와 1%에서 큰 차이를 보이지 않았으며, 대조구에 비해 90~95%의 성장효율을 보였다. 이는 고분자 폴리머의 수분 보유력으로 인해 작물생장에 도움을 주는 것으로 조사되었다. 또한, 특이한 사항 중에서 토양개량제 1.0% 혼합시에는 도 4와 같이 토양의 크랙현상(갈라짐)이 발생하는 것으로 보아, 고분자 폴리머 0.5%가 가장 이상적인 것으로 조사되었다. 크랙현상(갈라짐)이 발생할 경우, 지하부(뿌리)가 올라오는 현상이 발생하며, 외부환경 노출로 인해 작물에 피해를 줄 수 있을 것으로 보인다.

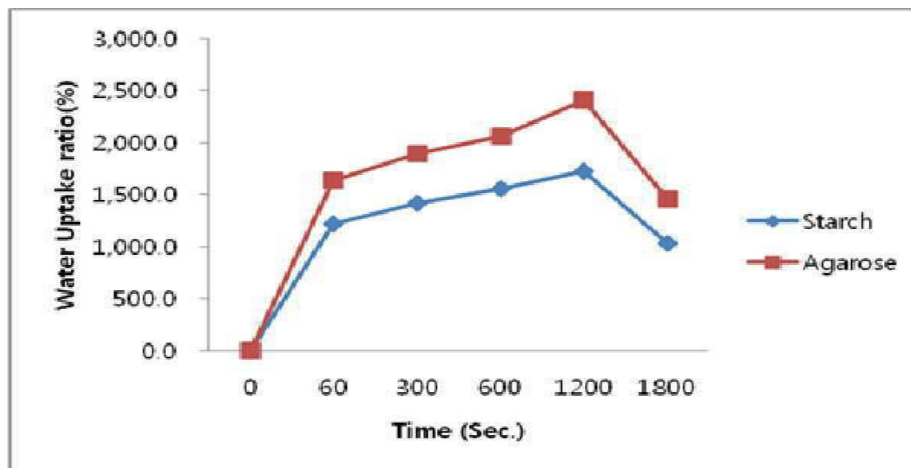
[0054] 이상의 설명은 본 발명의 기술사상을 예시적으로 설명한 것에 불과하며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 갖는 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서 본 명세서에 게시된 실시예들은 본 발명의 기술사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이런 실시예에 의하여 본 발명의 기술사상 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 균등한 범위 내에 있는 모든 기술사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

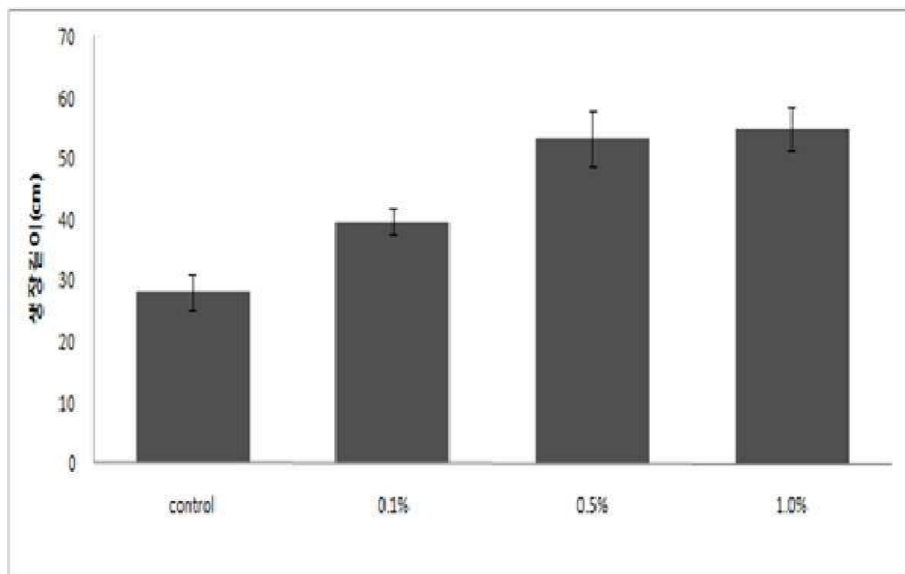
도면1



도면2



도면3



도면4

