



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0123276
(43) 공개일자 2013년11월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.) C02F 11/12 (2006.01) C02F 3/00 (2006.01) C02F 1/52 (2006.01) C05F 17/00 (2006.01)	(71) 출원인 서희동 서울 영등포구 국제금융로 7길 27 삼부아파트 2동 62호
(21) 출원번호 10-2012-0046604	(72) 발명자 서희동 서울 영등포구 국제금융로 7길 27 삼부아파트 2동 62호
(22) 출원일자 2012년05월02일 심사청구일자 2012년05월02일	

전체 청구항 수 : 총 6 항

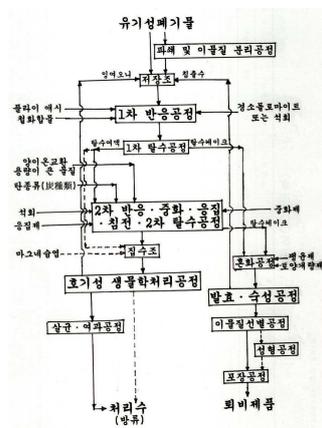
(54) 발명의 명칭 **유기성 폐기물의 폐수처리와 퇴비화하는 방법**

(57) 요약

본 발명은 유기성 폐기물의 폐수처리와 퇴비화하는 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 음식물쓰레기, 도축공장폐기물, 축산분뇨, 분뇨, 식품제조공장에서 배출되는 유기성 폐기물, 농·수산물가공공장에서 배출되는 유기성 폐기물, 폐기물매립장침출수, 하수처리 슬러지(Sludge), 일반산업공장에서 배출되는 유기성 폐기물과 같이 함수율과 유기물의 농도가 높은 유기성 폐기물을 탈수처리하여 탈수 여액인 폐수는 폐수 처리하는 방법과 탈수케이크인 고형유기물질은 퇴비화하는 방법에 관한 것이다.

이를 위하여 본 발명은 함수율과 유기물의 농도가 높은 유기성 폐기물의 폐수처리방법과 퇴비화방법에 있어서, 상기 함수율과 유기물의 농도가 높은 유기성 폐기물에 플라이 애시(Fly ash), 철 화합물과 경소 돌로마이트(Soft burned dolomite) 또는 석회를 공급하여 포졸란 반응(Pozzolanic reaction)이 일어나면서 액상유기물, 질소, 인, 염분을 흡착한 다음 1차 탈수처리를 하여 탈수케이크는 퇴비화공정으로 보내고, 탈수 여액인 폐수는 폐수처리공정으로 보내는 전처리단계와, 상기 탈수 여액인 폐수가 질소, 인, 유기물의 농도가 높은 경우는, 양이온교환 값이 큰 물질, 탄류(炭類), 석회를 주입하여 질소, 인 및 유기물을 흡착(吸着) 또는 물에 불용성 물질로 전환한 다음, 중화·응집·침전·2차 탈수처리를 순차적으로 하여 탈수케이크는 퇴비화공정으로 보내고, 1차 침전조 월류수와 탈수 여액은 호기성 생물학처리를 한 후 살균·여과하여 방류하는 폐수처리단계와, 상기 1차 탈수처리와 2차 탈수처리의 탈수케이크는 퇴비화공정의 혼화기에 공급하고, 팽윤제와 토양개량제를 공급하여 혼화한 다음 발효·숙성공정으로 보내어 발효·숙성한 퇴비를 이물질선별 및 성형한 것을 포장하여 퇴비를 만드는 퇴비화단계로 구성된 것에 특징이 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

함수율과 유기물의 농도가 높은 유기성 폐기물을 파쇄 및 이물질선별을 한 다음, 유기성 폐기물에 플라이 애시(Fly ash), 철 화합물과 경소 돌로마이트(Soft burned dolomite) 또는 석회를 첨가하고 교반 반응한 것을 1차 탈수공정에서 탈수한 탈수 여액인 폐수는 폐수처리단계로 보내고, 탈수케이크는 퇴비화단계의 혼화공정으로 보내는 전처리단계와,

상기 1차 탈수공정에서 탈수한 탈수 여액인 폐수가 집수조에 공급되면 호기성 생물학처리공정의 폭기조로 보내어 송풍기로부터 공기를 주입하여 호기성 미생물에 의해 처리된 것을 침전조로 보내어 침전된 오니는 폭기조와 활성부식물질 펠릿과 활성미네랄성분을 함유한 광물의 충전물을 충전한 생물반응기가 내장된 미생물활성화조와 폭기조로 반송하면서, 배출되는 잉여 오니는 전처리단계의 저장조로 보내고, 2차 침전조를 월류(Over flow)하는 호기성 생물학 처리수는 방류하거나, 또는, 살균·여과처리 후 방류하는 폐수처리단계로 구성된 것을 특징으로 하는 폐수처리방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 1차 탈수공정에서 탈수한 탈수 여액인 폐수에 양이온교환용량 값이 큰 물질, 탄 종류, 석회를 주입하여 2차 반응을 한 것을 중화·응집·침전·2차 탈수를 순차적으로 처리를 하여 2차 탈수공정에서 탈수된 탈수케이크는 퇴비화단계로 보내고, 침전조의 월류수와 2차 탈수공정의 탈수 여액인 폐수를 1차 탈수공정에서 탈수한 탈수 여액인 폐수와 함께 집수조에 공급하고, 마그네슘염을 공급하는 공정을 추가로 한 것을 호기성 생물학처리공정의 폭기조로 보내어 송풍기로부터 공기를 주입하여 호기성 미생물에 의해 처리된 것을 침전조로 보내어 침전된 오니는 폭기조와 활성부식물질 펠릿과 활성미네랄성분을 함유한 광물의 충전물을 충전한 생물반응기가 내장된 미생물활성화조와 폭기조로 반송하면서, 배출되는 잉여 오니는 전처리단계의 저장조로 보내고, 2차 침전조를 월류(Over flow)하는 호기성 생물학 처리수는 방류하거나, 또는, 살균·여과처리 후 방류하는 폐수처리방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 2차 침전조를 월류하는 호기성 생물학 처리수를 동일한 호기성 생물학처리를 부가적으로 2차 처리하는 폐수처리방법.

청구항 4

제1항의 1차 탈수공정에서 탈수케이크를 퇴비화단계의 혼화기에 주입한 다음, 팽윤제(膨潤劑)와 토양개량제를 첨가하고 공기를 주입하면서 혼화기 믹서로 교반하여 혼화한 것을 발효·숙성조로 보내어 호기성 발효를 하여 퇴비를 만드는 퇴비화하는 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 1차 탈수공정에서 탈수케이크에 제2항의 2차 탈수공정에서 탈수케이크를 추가한 것을 퇴비화단계의 혼화기에 주입하여 퇴비를 만드는 퇴비화하는 방법.

청구항 6

제4항 또는 제5항에 있어서, 상기 생산된 퇴비에 아타파르자이트(Actapulgit)계 점토, 벤토나이트(Bentonite) 질 점토, 카올린(Kaolin, 高嶺土), 콜로이드 실리카(Colloidal silica, Silica sol), 알루미나졸(Alumina sol)과 성형조제(成形助劑)로서 아크릴계수지(Acrylate resin), 스타이렌-아크릴계수지(Styrene-Acrylate resin), 폴리비닐알코올(Polyvinyl alcohol)계수지, CMC(Carboxyl methyl cellulose)계수지, 카복시메틸셀룰로스나트륨(Sodium carboxymethyl cellulose)계수지 또는 알긴산 나트륨(Sodium alginate) 중에서 한 종류 또는 두 종류 이상 혼합한 바인더(Binder)를 공급하여 구형(球型) 또는 펠릿형(Pellet type)의 퇴비로 퇴비화하는 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 유기성 폐기물의 폐수처리와 퇴비화하는 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 음식물쓰레기, 도축공장폐기물, 축산분뇨, 분뇨, 식품제조공장에서 배출되는 유기성 폐기물, 농·수산물가공공장에서 배출되는 유기성 폐기물, 폐기물매립장침출수, 하수처리 슬러지(Sludge), 일반산업공장에서 배출되는 유기성 폐기물과 같이 함수율과 유기물의 농도가 높은 유기성 폐기물을 탈수처리하여 탈수 여액인 폐수는 폐수 처리하는 방법과 탈수 케이크인 고형유기물질은 퇴비화하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 축산분뇨, 분뇨, 식품가공공장에서 배출되는 유기성 폐기물, 농·수산물가공과정에서 배출되는 유기성 폐기물, 도축공장폐기물, 매립장에서 배출되는 침출수, 일반산업공장에서 배출되는 유기성 폐기물, 하·폐수 생물학처리공정 잉여 오니(汚泥)의 탈수케이크, 정화조 오니, 도축장 폐기물과 같이 함수율과 유기물의 농도가 높은 유기성 폐기물을 탈수하여 탈수된 케이크를 퇴비화하고, 탈수 여액은 유기물 농도가 높아 합리적인 처리방법이 없어 상당 부분은 해양투기를 하고 있는 실정에 있으며, 이로 인하여 해역(海域)의 오염을 야기하는 심각한 문제가 있다. 그래서 상기 유기성 폐기물 탈수하지 않고, 이에 수분조절제를 첨가하여 퇴비화하는 경우에는 수분조절제의 사용량이 많아 퇴비화비용이 높아서 경제성이 없는 문제점이 있다.

[0003] 특허문헌 1에서는 전분, 지방, 단백질, 셀룰로오스에 대한 분해효소의 활성이 고루 높고 고온에서도 생육이 가능하여 퇴비화 및 탈취능이 우수한 아네우리니바실러스 서모아에로필러스(*Aneurinibacillus thermoaerophilus*) 미생물제제를 이용한 유기성 폐기물의 퇴비화방법이 제시되어 있으며, 특허문헌 2에서는 전분, 지방, 단백질, 셀룰로오스에 대한 분해효소의 활성이 고루 높고 고온에서도 생육이 가능하여 퇴비화 및 탈취능이 우수한 지오바실러스 서모글루코시다시어스(*Geobacillus thermoglucosidasius*) 및 서모모노스포라 푸스카(*Thermomonospora fusca*) 미생물 제제를 이용한 유기성 폐기물의 퇴비화방법이 제시되어 있으나, 유기성 폐기물을 미생물 균제(菌劑)를 사용하여 퇴비화를 하였을 때는 악취발생의 저감(低減) 및 발효기간의 단축과 같은 효과가 있으나 퇴비의 품질이 향상되지 않는 종래의 기술에 지나지 않는다.

[0004] 특허문헌 3에서는 축산분뇨와 하수슬러지의 혼합물에 열풍으로 가온 하에서 교반·혼합하면서 토양미생물을 이용하여 발효시키는 장치 및 이의 장치를 이용한 발효퇴비제조방법이 제시되어 있으나, 열풍 가온에 의해서 단시간에 유기성 폐기물을 발효하여서는 양질의 퇴비를 제조할 수 없는 문제점이 있다.

[0005] 특허문헌 4에서는 간균류(*Bacillus* sp.THU-H0024주)를 유기 폐기물에 혼합해, 37~75℃의 온도로 보온하면서 유기폐기물을 분해하여 유기폐기물의 분해에 의해 퇴비를 제조하는 방법이 제시되어 있으나, 보온에 의해서 퇴비화기간(발효·숙성기간)은 단축할 수는 있으나, 보온에 많은 에너지비용이 소모되면서 단시간 발효에서는 식물생장에 유용한 물질이 많이 함유되어 있지 않기 때문에 양질의 퇴비를 생산할 수 없는 문제가 있다.

[0006] 특허문헌 5에서는 가축배설물, 식품가공 잔사(殘渣)와 같은 유기폐기물에 균주 TJ1 또는 균주 TJ3가 혼합된 퇴비화촉진제를 혼합하여 악취를 억제하면서 퇴비화시키는 방법이 제시되어 있으나, 특수 미생물을 균제를 사용한 것 이외에는 종래의 퇴비화기술에 지나지 않는다.

[0007] 특허문헌 6에서는 2개 이상의 용기(Vessel)를 전단 용기의 배출을 후단 입구의 위로 보내는 구조로 하여 공기를 공급되게 한 유기성 폐기물을 퇴비화하는 방법이 제시되어 있으나, 공기 공급 수단을 향상한 방법에 지나지 않는 종래의 기술에서 지나지 않는다.

[0008] 그리고 비특허문헌 1에서 비특허문헌 6에 제시된 기술은, 유기성 폐기물의 퇴비화에서 공지된 종래기술의 특성, 현황, 정책방향 등을 제시한 자료에 지나지 않는 기술이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 대한민국 특허등록번호 제10-1098520호, 아네우리니바실러스 서모아에로필러스 균주를 이용한 유기성 폐기물의 퇴비화를 위한 미생물 제제 및 이의 제조방법 그리고 이를 이용한 유기성 폐기물의 퇴비화 방법, 2011년 12월 19일

(특허문헌 0002) 대한민국 특허등록번호 제10-1057475호, 유기성 폐기물의 퇴비화를 위한 미생물 제제 및 이의

제조방법 그리고 이를 이용한 유기성 폐기물의 퇴비화 방법, 2011년 08월 10일

(특허문헌 0003) 대한민국 특허등록번호 제10-1029764호, 축산분뇨, 하수슬러지를 토양미생물을 이용하여 발효시키는 장치 및 이를 이용한 발효퇴비 제조방법, 2011년 04월 11일

(특허문헌 0004) 일본특허 공개번호 제2012-23994호, 유기폐기물분해작용을 나타내는 미생물, 유기폐기물의 분해방법 및 퇴비의 제조방법(有機廢棄物分解作用を示す微生物、有機廢棄物の分解方法および堆肥の製造方法), 2012년 02월 09일

(특허문헌 0005) 일본특허 공개번호 제2011-65호, 가축배설물 및 유기폐기물의 퇴비화를 촉진하는 균주 및 이 균주를 이용한 퇴비화촉진제(家畜排せつ物及び有機廢棄物の堆肥化を促進する菌株及びその菌株を用いた堆肥化促進劑), 2011년 01월 6일

(특허문헌 0006) United States Patent 2005/0183483, Composting of organic waste, Aug. 25, 2005

비특허문헌

[0010]

(비특허문헌 0001) 박종부, 유기성 폐기물의 퇴비화 기술, 한국 유기성 폐자원학회, 2003년 공동 심포지엄 및 학술논문발표, 2003.11, pp. 6-143

(비특허문헌 0002) 정이근, 유기성 폐기물의 퇴비화 정책의 문제점과 대책, 유기성 폐기물 비료화의 문제점과 대책 심포지엄, 1995 pp. 46-69

(비특허문헌 0003) 후지와라 순로쿠로우(藤原俊六), 유기성 폐기물의 퇴비화에 의한 지역 리사이클 시스템 확립에 관한 연구(有機性廢棄物の堆肥化による地域リサイクルシステム確立に関する研究), 일본토양비료학잡지(日本土壤肥料學雜誌), 78권(卷) 5호(號), pp. 427-430, 2007년(年)

(비특허문헌 0004) 아마노 미노루(天野 實)·오오타니 타다시(大谷 忠), 유기성 폐기물의 혼합퇴비화에 관한 기초적 연구, 특히 음식물쓰레기를 중심으로(有機性廢棄物の混合堆肥化に関する基礎的研究, 特に生ごみを中心として), 동경농업대학농학집보(東京農業大農集報), 46권(卷) 6호(號), pp. 265-269, 2002년(年)

(비특허문헌 0005) S.P. Gautam·P.S. Bundela·A.K. Pandey·M.K.Awasthi·S. Sarsaiya, Composting of Municipal Solid Waste of Jabalpur City, Global Journal of Environmental Research 4 (1): 43-46, 2010

(비특허문헌 0006) Schuchardt F, Composting of plant residues and waste plant materials, Biotechnology(Rehm HJ, Reed G, eds.) Vol. 11c: Environmental Processes III, pp. 101-125, Weinheim 2000: Wiley-VCH

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011]

본 발명은 음식물쓰레기, 축산분뇨, 도축공장폐기물, 분뇨, 식품제조공장에서 배출되는 유기성 폐기물, 농·수산물가공공장에서 배출되는 유기성 폐기물, 하수처리 슬러지(Sludge), 폐기물매립장침출수, 일반산업공장에서 배출되는 유기성 폐기물과 같이 함수율과 유기물의 농도가 높은 유기성 폐기물에 포졸란(Pozzolan) 활성을 가지는 SiO₂와 Al₂O₃ 성분을 다량 함유한 화력발전소에서 배출되는 플라이 애시(Fly ash), 철 화합물과 경소 돌로마이트(Soft burned dolomite) 또는 석회를 공급하여, 플라이 애시에 함유된 SiO₂, Al₂O₃ 성분과 경소 돌로마이트 또는 석회에 함유된 칼슘성분(CaO)에 염분, 질소, 인, 액상유기물을 1차 흡착(吸着)하는 1차 반응을 하여 1차 탈수를 하고, 또는, 1차 탈수 여액에 질소와 인과 같은 영양염류의 농도가 높은 경우는 양이온교환 값이 큰 물질, 탄류(炭類)와 석회를 추가로 2차 반응을 한 다음, 2차 탈수처리를 하여 탈수 여액인 폐수는 폐수 처리하는 방법과 탈수케이크인 고형물은 퇴비화하는 방법을 제시하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0012]

본 발명은 함수율과 유기물의 농도가 높은 유기성 폐기물의 폐수처리방법과 퇴비화방법에 있어서,

[0013] 상기 함수율과 유기물의 농도가 높은 유기성 폐기물에 플라이 애시(Fly ash), 철 화합물과 경소 돌로마이트(Soft burned dolomite) 또는 석회를 공급하여 포졸란 반응(Pozzolanic reaction)이 일어나면서 액상유기물, 질소, 인, 염분을 흡착한 다음 1차 탈수처리를 하여 탈수케이크는 퇴비화공정으로 보내고, 탈수 여액인 폐수는 폐수처리공정으로 보내는 전처리단계와,

[0014] 상기 탈수 여액인 폐수가 질소, 인, 유기물의 농도가 높은 경우는, 양이온교환 값이 큰 물질, 탄류(炭類), 석회를 주입하여 질소, 인 및 유기물을 흡착(吸着) 또는 물에 불용성 물질로 전환한 다음, 중화·응집·침전·2차 탈수처리를 순차적으로 하여 탈수케이크는 퇴비화공정으로 보내고, 1차 침전조 월류수와 탈수 여액은 호기성 생물학처리를 한 후 살균·여과하여 방류하는 폐수처리단계와,

[0015] 상기 1차 탈수처리와 2차 탈수처리의 탈수케이크는 퇴비화공정의 혼화기에 공급하고, 팽윤제와 토양개량제를 공급하여 혼화한 다음 발효·숙성공정으로 보내어 발효·숙성한 퇴비를 이물질선별 및 성형한 것을 포장하여 퇴비를 만드는 퇴비화단계로 구성된 것에 특징이 있다.

발명의 효과

[0016] 본 발명은 화력발전소에서 배출되는 플라이 애시(Fly ash), 철 화합물과 경소 돌로마이트(Soft burned dolomite) 또는 석회를 이용하여 함수율과 유기물의 농도가 높은 유기성 폐기물을 혼화(混和)하여 반응한 다음 탈수를 하였을 때 탈수 여액인 폐수는 오염부하가 낮아 용이하게 생물학처리를 할 수 있는 효과가 있으며, 탈수된 탈수케이크에는 식물생장에 유용한 실리카성분, 마그네슘성분과 기타 유용 미네랄성분이 다량함유되어 있어 양질의 퇴비를 제조할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 유기성 폐기물의 폐수처리 및 퇴비화 공정도
- 도 2는 유기성 폐기물의 퇴비화공정도
- 도 3은 폐수처리 공정도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 본 발명은 음식물쓰레기, 축산분뇨, 분뇨, 도축공장폐기물, 식품제조공장에서 배출되는 유기성 폐기물, 농·수산물가공공장에서 배출되는 유기성 폐기물, 하수처리 슬러지(Sludge), 폐기물매립장침출수, 일반산업공장에서 배출되는 유기성 폐기물과 같이 함수율과 유기물의 농도가 높은 유기성 폐기물을 탈수처리하여 탈수 여액인 액상의 폐수는 폐수 처리하는 방법과 탈수케이크인 고형물질은 퇴비화하는 방법을 제시한다.

[0019] 상기 함수율과 유기물의 농도가 높은 유기성 폐기물을 퇴비화의 경우는 팽윤제(수분조절제)의 소비량이 많아 경제성이 떨어져 탈수 후 탈수케이크만 퇴비화를 하고, 탈수 여액인 폐수는 오염부하가 높아 합리적인 처리방법이 없어 현재까지 이와 같은 고농도 유기성 폐수는 해양투기를 하고 있는 실정에 있다. 이로 인하여 해역의 오염을 야기하여 유기성 폐기물 해양투기를 금지할 것을 국제협약에 의해서 협정이 되었기 때문에 함수율과 유기물의 농도가 높은 유기성 폐기물의 합리적인 처리방법이 강구되어야 하는 실정에 이르렀다. 이에 대한 한 방법으로 메테인발효(Methane fermentation)에 의한 바이오가스(Biogas, CH₄-gas)를 발생하여 전력을 생산하는 등의 방안이 제시되고 있으나, 고온메테인발효의 경우 동절기에는 혐기성 발효조의 온도를 올리는데, 발생된 메테인가스(CH₄-gas)로만 부족한 실정에 있으며, 또한, 메테인발효에서는 단백질, 아미노산, 요산 등 유기태 질소(有機態窒素) 화합물이 암모니아성 질소(Ammonia nitrogen)로 전환되면서 암모니아성 질소의 오염부하를 가중시켜 회석수를 사용하지 않고서는 2차 호기성 생물학처리를 할 수 없는 문제점이 있다.

[0020] 그래서 본 발명에서는 상기한 함수율과 유기물의 농도가 높은 유기성 폐기물에 식물생장에 유용한 실리카, 마그네슘, 칼슘, 칼슘과 같은 미네랄성분을 함유한 플라이 애시(Fly ash), 철 화합물과 경소 돌로마이트(Soft burned dolomite) 또는 석회를 첨가하여 염분, 질소, 인, 액상유기물을 흡착(吸着) 및 반응한 것을 1차 탈수처리를 하여 탈수 여액인 액상의 폐수는 폐수처리를 하고, 탈수케이크인 고형물은 퇴비화하는 방법을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

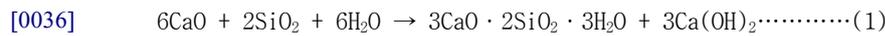
[0021] I. 전처리단계

- [0022] 1. 과쇄 및 이물질선별공정
- [0023] 음식물쓰레기, 축산분뇨, 분뇨, 식품제조공장에서 배출되는 유기성 폐기물, 농·수산물가공공장에서 배출되는 유기성 폐기물, 도축공장폐기물, 폐기물 매립장침출수, 하수처리 슬러지(Sludge) 또는 일반산업공장에서 배출되는 유기성 폐기물 중에서 한 종류 이상의 유기성 폐기물이 유입되면 이물질과 대형고형물질이 함유되어 있지 않은 경우는 저장조로 보내고, 이물질과 대형고형물질이 함유되어 있는 경우는 과쇄 및 이물질선별공정으로 보내어 과쇄 및 이물질의 선별제거를 한 다음 저장조로 보낸다.
- [0024] 2. 1차 반응공정
- [0025] 저장조에 유입된 상기 유기성 폐기물, 폐수처리단계의 잉여오니(剩餘汚泥)와 퇴비화단계의 침출수가 1차 반응기(1)에 공급되면, 화력발전소에서 배출되는 플라이 애시(Fly ash), 철 화합물과 경소 돌로마이트(Soft burned dolomite) 또는 석회를 공급하고 1차 반응기 믹서(2)로 교반하면 유기성 폐기물에 함유된 액상유기물, 요소태질소(Urea nitrogen), 암모니아태질소(Ammonia nitrogen), 인산, 염분이 흡착(吸着) 또는 반응(反應)을 하여 물에 불용성의 고형물질로 전환되면 1차 탈수처리공정으로 보낸다.
- [0026] 유기성 폐기물에 플라이 애시와 경소 돌로마이트 또는 석회의 첨가량은 유기성 폐기물에 함유된 유기물의 함량과 유기성 폐기물에 플라이 애시와 경소 돌로마이트 또는 석회를 첨가하여 반응 후 유기성 폐기물의 pH에 따라서 결정해야 하는데, 유기물 함량에 40~50wt%를 첨가하는데, 이때 유기성 폐기물에 플라이 애시와 경소 돌로마이트 또는 석회를 첨가하여 반응 후 pH가 9.0~9.5 범위로 플라이 애시와 경소 돌로마이트 또는 석회를 첨가하는 것이 바람직하다. pH가 9.5 이상이 되면 퇴비화단계의 발효·숙성조(8)에서 미생물활동이 어려워 원만한 발효·숙성이 되지 않을 수 있다.
- [0027] 그리고 경소 돌로마이트 또는 석회의 첨가량은 플라이 애시에 함유된 산화칼슘(CaO)의 함량에 따라서 결정해야 하는데, 플라이 애시에 경소 돌로마이트 또는 석회 중에서 한 종류를 혼합하였을 때 산화칼슘의 함량이 10~15wt% 범위로 혼합하는 기준으로 첨가한다.
- [0028] 산화칼슘 함량이 2wt%인 플라이 애시와 산화칼슘 함량이 55wt%인 경소 돌로마이트를 유기물함량이 8wt%인 돈분(豚糞)에 혼합하는 경우를 고려하면, 돈분 100중량부에 플라이 애시 2.5~3.0중량부와 경소 돌로마이트 또는 석회 0.5~1.0중량부를 첨가한다.
- [0029] 철 화합물은, 2가 철염, 3가 철염, 4, 3 산화철(Fe_3O_4) 또는 자철광분말을 산에 용해한 2가·3가 철염, 철 착화합물, 폴리황산제2철(Polyferric sulphate), 비정질의 철 화합물, 결정질산화철 또는 결정질수산화철 중에서 한 종류 또는 두 종류 이상을 혼합한 철 화합물을 사용한다.
- [0030] 상기 철 화합물은 본 반응공정에서는 응집제로 작용을 하면서, 퇴비화공정에서는 유기성 폐기물에서 용출되는 부식물질(腐植物質), 타닌(Tannin), 리그닌(Lignin) 등의 폴리페놀류(Polyphenols), 유기산(Organic acid) 등과 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg)과 같이 가교물질(架橋物質)로서 작용하여 중합(重合)이나 축합(縮合) 등의 화학반응을 일으키면서, 호기성 미생물의 생육을 활발하게 하여 유기물질의 분해를 촉진해 발효하면서 부식화의 진행을 촉진하게 한다.
- [0031] 그리고 산소 농도가 낮을 때에 철 산화물은 미생물의 일부가 생산하는 효소에 의한 촉매작용에 의해서 철 산화물은 산소를 방출하고, 2가 철로 환원된다. 방출된 산소는 호기성 미생물생육에 이용되고, 산소를 방출하여 환원된 2가철 이온(환원성 철 이온)은, 황화수소(Hydrogen sulfide)나 메틸메르캅탄(Methyl mercaptan) 등의 유황화합물 계의 악취물질과 반응하여 악취발생을 억제하는 효과도 있다. 또한, 2가 철은 휘발성지방산(Volatile fatty acid) 등과 착체(錯體)를 형성하는 것에 의해 안정화되며, 또는 유황화합물과는 반응하여 고형물질로 되는 것에 의해서 불활성화된다.
- [0032] 상기 철 화합물을 유기성 폐기물에 첨가하는 비율은, 철 화합물의 종류, 유기성 폐기물의 오염부하, 탈수케이크를 퇴비화과정에서 탈취성, 경제성 등을 감안하여 결정하는 것이 바람직하지만, 일반적으로 축산분뇨(양돈)의 경우 유기성 폐기물 100중량부에 0.1~2중량부를 첨가한다.
- [0033] 화력발전소, 철 제련소나 소각로 등에서 배출되는 플라이 애시(Fly ash)는 화산회토(Volcanic ash soil)와 같이 표2에서 보는 바와 같이 실리카(SiO_2)와 알루미나(Al_2O_3) 성분을 다량 함유한 비결정질 규산염광물로 수중에서 인산, 요소태질소(Urea nitrogen), 암모니아태질소(Ammonia nitrogen), 수용성 유기물을 흡착하는 효율이 매우

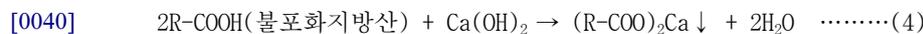
우수한 특성이 있기 때문에 상기 유기성 폐기물과 플라이 애시 만을 혼합하여도 유기성 폐기물에 함유된 인산, 요소태질소(Urea nitrogen), 암모니아태질소(Ammonia nitrogen), 수용성 유기물은 상당량 흡착하게 된다.

[0034] 그리고 상기 유기성 폐기물에 플라이 애시와 경소 돌로마이트 또는 석회를 혼합하였을 때 수용성 유기물, 불포화지방산과 같은 액상의 물질, 암모니아태질소(Ammonia nitrogen), 인산이 물에 불용성 물질로 전환되는 메커니즘(Mechanism)을 고려하면 다음과 같다.

[0035] 플라이 애시에는 활성화된 SiO₂와 Al₂O₃와 같은 포졸란 물질(Pozzolan material)이 다량 함유되어 있으며, 이 포졸란 물질은 석회성분(CaO, Ca(OH)₂)과 포졸란반응(Pozzolan reaction)을 하여 규산칼슘수화물(Calcium silicate hydrates, 3CaO·2SiO₂·3H₂O)과 알루미늄산칼슘수화물(Calcium Aluminate hydrates, 3CaO·Al₂O₃·6H₂O)을 생성하면서 고화되는 반응이 일어나면서 이때 상당량의 수용성 유기물, 액상유기물, 질소 화합물, 인 화합물, 염분이 흡착 또는 반응을 하여 물에 불용성의 고형물질로 전환된다.

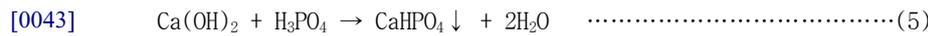


[0039] 상온에서 액상물질인 올레산(Oleic acid), 리놀레산(Linoleic acid), 리놀렌산(Linolenic acid), 아라키돈산(Arachidonic acid), 팔미톨레산(Palmitoleic acid)과 같은 불포화지방산(Unsaturated fatty acid)과 아미노산(Amino acid)은 Ca(OH)₂와 반응하여 물에 불용성인 칼슘염으로 처리된다.

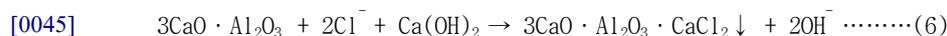


[0041] 여기서 R은 불포화지방산 또는 아미노산의 기체(基體)이다.

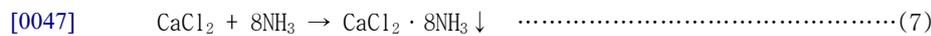
[0042] 인산성분도 칼슘과 반응하여 물에 불용성인 인산염으로 처리된다.



[0044] 폐수의 호기성 생물학처리에서 미생물의 생육을 억제하는 염소화합물은 프리델씨염(Friedel's salt)으로 고착화하여 수중의 염소 이온(Cl⁻) 농도를 저감하는 특징도 있다.



[0046] 그리고 프리델씨염에 존재하는 CaCl₂는 암모니아성 질소성분의 흡착력이 매우 우수하여 수중의 암모니아태질소성분도 1차 제거하게 된다.



[0048] 1차 반응기(1)는 도 2에서 수평형으로 도시되어 있으나, 수직형 반응기로 할 수도 있으며, 1차 반응기 믹서(2)도 도 2에서는 리본형 믹서(Ribbon type mixer)로 도시되어 있으나, 피치트 패들형 믹서(Pitched paddle type mixer)를 사용할 수도 있다. 1차 반응기 믹서(2)의 회전속도는 8~18rpm으로 하고, 1차 반응기(1)의 용량은 반응시간이 40~60분이 되게 설계를 하는데, 60분 이상 되게 설계하여도 상관은 없다.

[0049] 3. 1차 탈수공정

[0050] 상기 유기성 폐기물에 함유된 액상유기물과 플라이 애시, 철 화합물 및 경소 돌로마이트 또는 석회에 함유된 실리카(SiO₂), 알루미늄(Al₂O₃), 칼슘(CaO) 등과 반응하여 물에 불용성의 고형물질로 반응시킨 유기성 폐기물은 1차 탈수공정으로 보내어 1차 탈수처리를 하여 1차 탈수 여액인 폐수는 폐수처리단계로 보내고, 탈수케이크는 퇴비화단계로 보낸다.

[0051] 인 분뇨와 축산 분뇨와 같이 질소화합물과 인 화합물의 농도가 높은 유기성 폐기물의 경우, 상기 1차 반응공정에서 질소와 인 화합물이 완벽하게 제거되지 않는 경우의 1차 탈수 여액인 폐수는 2차 반응공정의 질소화합물흡

착반응조(20)로 보내고, 질소와 인 화합물이 호기성 생물학처리에서 문제가 되지 않는 1차 탈수 여액인 폐수 호기성 생물학처리공정의 집수조(31)로 보낸다.

[0052] 상기 1차 탈수공정의 탈수기는, 원심탈수기(Centrifugal dehydrator), 스크루 프레스(Screw press), 진공탈수기(Vacuum dehydrator), 벨트 프레스(Belt press), 진동스크린(Vibrating screen) 또는 회전식 트롬멜 스크린(Trommel screen) 중에서 한 종류를 선택하여 사용할 수 있으며, 이 중에서 스크루 프레스(Screw press)를 사용하는 것이 바람직하지만, 본 발명에서 1차 탈수공정의 탈수기 종류는 특별히 제한하지는 않는다.

실시예 1

[0053] 다음 표1과 같은 오염물질의 농도를 가진 돈분 100kg에 표2와 같은 조성을 가진 화력발전소에서 배출되는 플라이 애시 3kg, 황산 제1철 200g과 경소 돌로마이트 1kg을 첨가하고, 1시간 동안 18rpm의 교반속도로 교반하면서 반응을 하였다. 교반 반응 후 pH는 9.2이었으며, 이 반응물을 진공 여과한 탈수 여액의 오염물질의 농도를 분석한 결과는 다음 표3과 같았다.

표 1

돈분의 오염물질농도

SS(mg/ℓ)	COD _{ln} (mg/ℓ)	BOD ₅ (mg/ℓ)	T-N(mg/ℓ)	T-P(mg/ℓ)
80,250	99,820	24,020	6,830	2,720

표 2

플라이 애시와 경소 돌로마이트의 화학성분 분석치

구분	화학성분 (wt%)					
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	기타(강열감량분 포함)
플라이 애시	66.60	23.02	1.92	2.02	0.87	5.57
경소 돌로마이트	0.21	0.22	0.32	55.01	38.44	5.80

표 3

실시예 1의 반응물을 탈수한 탈수 여액의 오염물질농도

SS(mg/ℓ)	COD _{ln} (mg/ℓ)	BOD ₅ (mg/ℓ)	T-N(mg/ℓ)	T-P(mg/ℓ)
42	3,223	1,556	270	30

[0057] 상기 표3에서 보는 바와 같이 본 발명의 유기성 폐기물에 플라이 애시, 황산 제1철과 경소 돌로마이트를 첨가하여 교반반응을 하면 상당량의 유기오염물질이 제거되어, 지금까지 단순 탈수를 하였을 때 오염물질의 농도가 높아 합리적인 처리방안이 없어 해양투기를 하던 것을 호기성 생물학처리로 용이하게 처리할 수 있는 농도까지 처리될 수 있는 농도까지 처리됨을 알 수 있다.

[0058] 그리고 상기 1차 탈수케이크는 식물생장에 유용한 실리카(Si), 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca)과 같은 미네랄성분이 함유되어 있기 때문에 양질의 퇴비를 생산할 수 있다.

II. 폐수처리단계

[0060] 상기 전처리단계의 1차 탈수처리공정에서 탈수된 1차 탈수 여액인 폐수에 질소, 인 및 유기물질의 오염부하가 높은 폐수는 2차 반응공정의 질소화합물흡착반응조(20)로 보내고, 오염부하가 낮은 경우는 호기성 생물학처리공정의 집수조(31)로 보낸다.

[0061] 1. 질소화합물흡착반응공정

- [0062] 상기 전처리단계의 1차 탈수처리공정에서 탈수된 1차 탈수 여액인 폐수에 질소, 인 및 유기물질의 오염부하가 높아 호기성 생물학처리에서 암모니아성 질소가 아질산 질소 또는 질산성 질소로 생물학적을 산화가 일어나 질산화가 야기되어 호기성 생물학처리가 원활하게 일어나지 않는 폐수는 2차 반응공정의 질소화합물흡착반응조(20)로 보낸다.
- [0063] 상기 2차 반응공정은 질소화합물반응조(20)에서 질소와 유기물질을 흡착하는 반응과 인 및 유기물질을 석회반응조(22)에서 물에 불용성 물질로 처리하는 반응을 구분하여 처리한다.
- [0064] 상기 전처리단계의 1차 탈수처리공정에서 탈수된 1차 탈수 여액인 폐수가 질소화합물흡착반응조(20)에 공급되면, 질소화합물흡착반응조교반기(21)로 교반하면서 암모니아성 질소의 흡착력이 우수한 양이온교환용량 값이 큰 물질과 탄 종류를 공급하여 암모니아성 질소와 수용성 유기물을 흡착반응을 한 다음, 석회반응조(22)로 보낸다.
- [0065] 상기 유기성 폐기물 중에서 분뇨와 축산분뇨와 같이 질소화합물과 인 화합물의 농도가 지나치게 높아서 상기 플라이 애시, 철 화합물과 경소 돌로마이트 또는 석회를 첨가한 1차 반응을 한 다음 1차 탈수공정의 탈수 여액에 질소 농도가 250mg/l 이하로 처리되지 않아 호기성 생물학처리에서 암모니아성 질소가 아질산 질소 또는 질산성 질소로 생물학적으로 산화가 일어나면서 회석수를 사용하지 않고서 처리가 어려운 경우는 양이온교환용량(Cation Exchange Capacity: CEC) 값이 큰 물질 또는 탄(炭) 종류 중에서 한 종류 또는 두 종류 이상 혼합한 것을 첨가하고 교반하면서 반응하여 질소화합물을 흡착처리한다.
- [0066] 양이온교환용량(Cation-exchange capacity) 값이 큰 물질은, 석탄회·소각회로부터 제조된 인공제올라이트(Artificial zeolite), 클리노프틸로라이트(Clinoptilolite)류·모데나이트(Mordenite)·소다비석(Natrolite·Sodalite)·홀란다이트(Heulandite, 輝沸石)류·메솔라이트(Mesolite, 中沸石)·아날사임(Analcime, 方沸石)·페리어라이트(Ferrierite)류·캐버자이트(Chabazite, 菱沸石)류·치아벤나이트(Chivavennite)에리오나이트(Erionite)류·로몬타이트(Laumontite, 濁沸石)·필립사이트(Phillipsite, 灰十字沸石)류·레비나이트(Levynite)·스틸바이트(Stilbite, 束沸石)류·에피스티일바이트(Epistilbite, 剝沸石)·와이라카이트(Wairakite)·가로나이트(Garronite)·갈타이트(Gaultite)·고빈사이트(Gobbinsite)·하모톰(Harmotome, 重十字沸石)·나트로라이트(Natrolite, olite)·테라노바이트(Terranovaite)·체르니카이트(Tschernichite)·초트너라이트(Tschortnerite)·웨인벤네이트(Weinebeneite)·웰사이트(Wellsite)·윌헨더손나이트(Willhendersonite)·유가와라라이트(Yugawaralite)와 같은 천연제올라이트(Natural zeolite), 몬모릴로나이트(Montmorillonite), 벤토나이트(Bentonite), 버미큘라이트(Vermiculite) 또는 펄라이트(Perlite) 중에서 한 종류 또는 두 종류 이상을 혼합한 것을 사용할 수 있다.
- [0067] 상기 양이온교환용량(Cation-exchange capacity) 값이 큰 물질을 본 반응공장에 사용하면, 특히 암모니아성 질소(NH₄⁺-N)와 아민성 질소화합물(Amine nitrogen)의 농도가 높은 분뇨나 축산분뇨와 같은 유기성 폐기물에 공급하면 양이온성인 암모니아성 질소화합물, 아민성 질소화합물을 흡착하여 폐수의 오염부하를 저감(低減)하는 효과가 있으면서, 양이온교환용량 값이 큰 물질을 함유한 탈수케이크를 퇴비화하였을 때는 토양의 이온교환용량의 증대(增大)와 우수(雨水)에 의한 질소성분 및 칼륨(K)과 같은 양 이온성 미네랄성분의 유망(流亡)을 방지하여 비효성(肥效性)을 향상하는 효과가 있으며, 또한, 토양의 보비력(保肥力)을 개선하는 효과가 있다.
- [0068] 상기 양이온교환용량 값이 큰 물질을 유기성 폐기물에 첨가하는 비율은, 사용하는 양이온교환용량 값이 큰 물질의 양이온교환 가, 유기성 폐기물에 함유된 암모니아성 질소의 농도, 탈수 여액인 폐수의 오염부하, 탈수케이크를 퇴비화공정에서 탈취성, 퇴비의 비효성, 경제성 등을 감안하여 결정하는 것이 바람직하지만, 일반적으로 축산분뇨(양돈분뇨)의 경우 1차 탈수공정의 탈수 여액인 폐수 100중량부에 2~10중량부를 첨가한다.
- [0069] 탄(炭) 종류는, 목탄(木炭), 죽탄(竹炭), 활성탄(活性炭), 제지공장의 제지슬러지 탄화물(Paper sludge carbide), 석탄을 활성화한 활성탄소(活性炭素), 연료의 불안전연소에서 생산된 카본블랙(Carbon Black) 또는 왕겨 훈탄(糠炭) 중에서 한 종류 또는 두 종류 이상을 혼합한 탄 종류를 사용할 수 있다.
- [0070] 상기 탄 종류는 다공성이 좋아 흡수성(吸收性), 흡착성(吸着性), 흡수성(吸水性), 투수성(透水性), 보습성(保濕性)이 우수하면서 원격외선(遠赤外線)의 발산 등의 특성이 있어 폐수처리분야, 탈취처리분야, 토양개량제, 기타 산업분야 등에서 다양하게 사용되어 왔다. 특히 폐수처리에서 액상유기물의 흡수(吸收)와 악취물질의 흡착에 활성탄, 활성탄소, 목탄 등을 널리 사용되고 있으며, 퇴비에서는 토양개량 효과를 향상하기 위하여 옛날부터 널리 사용하여 왔으며, 옛 아마존(Amazon)의 인디언(Indian)의 경작지에서 '검은 인디언 흙'이라는 뜻을 가진 '테라 프레타(Terra Pretta)'도 목탄(木炭)이 중요한 역할을 한 것으로 알려져 있으며, 현재 토양개량을 목적으로 사

용하는 탄소를 바이오 탄(Bio-char)이라 하여 토양개량제로 널리 이용되고 있다.

- [0071] 본 발명에서도 상기의 탄 종류 중에서 한 종류 또는 두 종류 이상을 혼합한 탄을 상기 유기성 폐기물과 혼합하여 교반하면 질소성분, 수용성 유기물, 휘발성 악취발생물질을 흡수·흡착하여 폐수의 오염부하를 저감하면서 악취발생을 감소하도록 하며, 탈수케이크를 퇴비화를 하였을 때는 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다.
- [0072] 가. 다공질구조에 의해 투수성(透水性), 통기성(通氣性)을 좋게 하여 토양을 부드럽게 하면서, 보습성(保濕性)이 있어 흡수성이 우수하여 식물뿌리의 성장(生長)을 촉진한다.
- [0073] 나. 숯은 검은 흑체(黑體)이면서 원적외선을 발산하는 물질로 태양의 열을 잘 흡수하여 보온성(保溫性)이 우수하다.
- [0074] 다. 또한, 다공질이기 때문에 통기성이 좋아 토양에 생식하는 유용한 미생물이 숯에 개재(介在)하면서 식물의 뿌리에 공생하여 식물의 성장을 촉진하게 한다.
- [0075] 라. 공기 중의 질소를 고정하는 세균이 숯의 미세한 구멍 안에서 증가해서 결과적으로 질소 퇴비를 주는 것과 같은 효과를 얻을 수 있다.
- [0076] 마. 숯의 2~3%가 미네랄성분으로, 작물의 성장에 필요한 미네랄성분을 보급한다.
- [0077] 상기 탄 종류를 유기성 폐기물에 첨가하는 비율은, 유기성 폐기물의 탈수 여액인 폐수의 오염부하, 탈수케이크를 퇴비화하였을 때 비효성(肥效性), 경제성(經濟性) 등을 감안하여 결정하는 것이 바람직하지만, 일반적으로 축산분뇨(양돈분뇨)의 경우 1차 탈수공정의 탈수 여액인 폐수 100중량부에 2~10중량부를 첨가한다.
- [0078] 질소화합물흡착반응조(20)의 용량은 유입폐수유량을 기준으로 체류시간(滯留時間)이 30~60분으로 하고, 질소화합물흡착반응조교반기(21)는 내식성인 스테인리스강(Stainless steel)의 프로펠러 형(Propeller type)으로 하고, 회전속도는 180~360rpm으로 하며, 교반용량은 유량(Q)과 조의 용량(V)의 비(Q/V)가 1.5~4의 범위로 한다.

[0079] 2. 석회반응공정

[0080] 상기 질소화합물흡착반응조(20)에서 암모니아성 질소와 수용성 유기물을 흡착반응을 한 다음, 석회반응조(22)에 공급되면 석회반응조교반기(23)로 교반하면서 석회를 공급하여 전처리단계의 반응공정에서 미처리된 액상유기물과 인화합물을 석회와 반응하여 물에 불용성인 인산칼슘으로 전환처리한다.



[0083] 특히 음식물쓰레기, 식품가공공장폐기물과 같은 유기성 폐기물에는 스테아르산(Stearic acid), 올레산(Oleic acid), 리놀산(Linolic acid), 리놀렌산(Linolenic acid), 팔미트산(Palmitic acid)과 같은 고급지방산이 함유되어 있으며, 이와 같은 고급지방산을 다량 함유한 폐수나 폐액(廢液)을 생물학적 폐수처리공정에 공급되었을 때는 미생물 플록(Microbial floc)을 응집하고, 피막을 형성하여 산소공급 등이 여의치 않게 되면서 대사활동을 저해하여 처리효율을 급격히 감소시키는 문제가 있기 때문에 고도로 제거할 필요가 있다.

[0084] 상기 석회를 첨가하는 비율은, 폐수의 오염부하, pH를 감안하여 결정하는 것이 바람직하지만, 일반적으로 유입폐수 100중량부에 0.1~2중량부를 첨가한다.

[0085] 석회반응조(22)의 용량은 유입폐수유량을 기준으로 체류시간(滯留時間)이 30~60분으로 하고, 석회반응조교반기(23)는 내식성인 스테인리스강(Stainless steel)의 프로펠러 형(Propeller type)으로 하고, 회전속도는 180~360rpm으로 하며, 교반용량은 유량(Q)과 조의 용량(V)의 비(Q/V)가 1.5~4의 범위로 한다.

[0086] 3. 중화처리공정

[0087] 상기 석회반응공정의 석회반응조(22)에서 중화조(24)로 이송된 폐수는 pH가 높은 알칼리성이 되기 때문에 중화조교반기(25)로 교반하면서 10~20wt%의 황산(H₂SO₄) 수용액을 주입하여 pH를 6.5~7.5 범위로 중화처리하여 응집공정의 응집조(26)로 보낸다.

[0088] 중화조(24)의 용량도 유입폐수유량을 기준으로 체류시간(滯留時間)이 30~60분으로 하고, 중화조교반기(25)도 내식성인 스테인리스강(Stainless steel)의 프로펠러 형(Propeller type)으로 하고, 회전속도는 180~360rpm으로 하며, 교반용량은 유량(Q)과 조의 용량(V)의 비(Q/V)가 1.5~4의 범위로 한다.

[0089] 4. 응집공정

[0090] 상기 중화조(24)에서 중화처리된 폐수가 응집조(26)로 이송되면 응집조교반기(27)로 교반하면서 응집제를 2~4 mg/ℓ 주입하여 1차 침전조(28)에서 침전이 용이하도록 고형물을 플록(Floc) 형태로 응집한 다음 1차 침전조(28)로 보낸다.

[0091] 상기 응집제는 폴리아크릴아마이드(Polyacrylamide) 계열, 폴리아마이드(Polyamide) 계열 또는 프로판올아민-에피클로로히드린(Propanolamine epichlorohydrin) 축합체 중에서 한 종류의 양 이온성 고분자응집제를 사용한다.

[0092] 응집조(26)의 용량도 유입폐수유량을 기준으로 체류시간이 30~60분으로 하며, 응집조 교반기(27)는 내식성인 스테인리스강의 피치드 패들(Pitched paddle) 형으로 하고, 회전속도는 18~42rpm으로 하며, 교반용량은 유량(Q)과 조의 용량(V)의 비(Q/V)가 1~3의 범위로 한다.

[0093] 5. 침전공정

[0094] 상기 응집조(26)에서 응집처리된 폐수가 1차 침전조(28)에 공급되면 고형물은 침전조 하부로 침전되고, 침전물이 침전된 폐수는 침전조 상부로 월류(Over flow)하여 호기성 생물학처리공정의 집수조(31)로 보낸다. 침전조 하부로 침전된 고형물인 슬러지(Sludge)는 1차 침전조 레이크(29)로 1차 침전조(28) 하부의 중앙 콘(Cone) 부분으로 모이게 되면 2차 탈수공정 공급펌프(30)로 2차 탈수공정으로 보낸다.

[0095] 1차 침전조(28)는 슬러지(Sludge)의 표면적은, 표면적 부하(Surface load)가 15~30m³/m²·일과 고형물부하(Solid load)가 60~90kg/m²·일 중에서 넓은 표면적으로 하고, 바닥의 경사는 1.5/10~2/10로 하며, 깊이는 3~4m로 한다. 그리고 1차 침전조 레이크(29)의 회전속도는, 0.01~0.05rpm으로 한다.

[0096] 6. 2차 탈수공정

[0097] 상기 1차 침전조(28)에 침전된 슬러지(Sludge)를 2차 탈수공정 공급펌프(30)로 2차 탈수공정의 탈수기에 공급하여 탈수된 탈수 여액은 호기성 생물학처리공정의 집수조(31)로 보내고, 탈수케이크는 퇴비화단계의 혼화기(4)로 보낸다.

[0098] 상기 2차 탈수공정의 탈수기는 원심탈수기(Centrifugal dehydrator), 스크루 프레스(Screw press), 진공탈수기(Vacuum dehydrator), 프레코팅 진공탈수기(Pre-coat vacuum filter), 압착식 필터 프레스(Filter press) 또는 벨트프레스(Belt press) 중에서 한 종류의 탈수기를 사용한다.

실시예 2

[0099] 상기 실시예 1에서 1차 탈수공정에서 탈수한 탈수 여액인 폐수 100kg에 양이온교환 값이 185meq/100g인 플라이애시에서 제조된 인공제올라이트 3kg과 야지 탄 분말 2kg을 첨가하고, 30분 동안 360rpm의 교반속도로 교반하면서 반응한 다음, 소석회 1kg을 첨가하고, 30분 동안 360rpm의 교반속도로 교반하면서 반응한 후 10% 황산수용액을 주입하여 pH를 7.2로 중화한 것에 폴리아크릴아마이드(Polyacrylamide) 고분자응집제를 3mg/ℓ로 주입하고, 침전 후 상등 수의 오염물질농도를 측정된 결과는 다음 표4와 같았다.

표 4

[0100] 실시예 2의 반응물을 침전 후 상등 수의 오염물질농도를 측정된 결과

SS(mg/ℓ)	COD _{Mn} (mg/ℓ)	BOD ₅ (mg/ℓ)	T-N(mg/ℓ)	T-P(mg/ℓ)
52	1,288	625	82	15

- [0101] 상기 표4에서 보는 바와 같이 실시예 1의 반응물에 탄(炭), 제올라이트와 석회를 첨가하여 반응한 반응물의 탈수 여액인 폐수의 오염부하가 COD_{mn} 및 BOD₅ 값은 60% 정도, T-N은 70% 정도, T-P는 50% 정도 감소하였으며, 이를 호기성 생물학처리를 하였을 때 용이하게 처리될 수 있음을 알 수 있다.
- [0102] 그리고 상기 실시예 2에서 탈수케이크는 식물생장에 유용한 탄류와 토양개량효과가 우수한 양이온교환용량 값이 큰 물질이 함유되어 있기 때문에 양질의 퇴비를 생산할 수 있다.
- [0103] 6. 호기성 생물학처리공정
- [0104] 상기 1차 탈수공정의 탈수 여액과 2차 탈수공정의 탈수 여액, 1차 침전조의 침전조 상부로 월류(越流)하는 폐수가 호기성 생물학처리공정의 집수조(31)에 공급되면, 폭기조공급펌프(32)로 폭기조(33)에 공급한다.
- [0105] 집수조(31)에 공급된 폐수에 암모니아성 질소가 80mg/ℓ 이상으로 인산 이온과 공존하는 경우는 MgCl₂, MgSO₄ 또는 간수(苦汁) 용액과 같은 마그네슘염을 100~300mg/ℓ 을 공급하면 암모니아성 질소와 인산의 일부가 물에 불용성인 인산마그네슘암모늄염(Magnesium ammonium phosphate, struvite)이 생성되어 잉여오니와 함께 제거되기 때문에 암모니아성 질소와 인의 제거효율을 보다 향상시킬 수 있다.
- [0106] $Mg^{2+} + NH_4^+ + PO_4^{3-} + 6H_2O \rightarrow MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O \downarrow \dots\dots\dots(10)$
- [0107] 집수조(31)의 폐수가 폭기조(33)에 공급되면 송풍기(40)로부터 공기를 공급하여 폭기(曝氣)를 하면서 호기성 생물학처리된 물은 2차 침전조(34)로 보내어 고형물을 침전시키고, 월류(Over flow)되는 월류수인 호기성 생물학처리수는 호기성 생물학처리수조로 보낸다.
- [0108] 2차 침전조(34)에서 침전된 고형물(미생물 군체)은 2차 침전조 레이크(35)에 의해서 2차 침전조(34) 하부의 중앙 콘(Cone) 부분으로 모이게 되면 반송펌프(36)에 의해서 활성부식물질 펠릿(Activated humic substance pellet)과 활성미네랄성분을 함유한 광물의 충전물(39)을 충전(充填)한 생물반응기(38)가 내장된 미생물활성화조(37)와 폭기조(33)로 반송하면서, 배출되는 잉여오니는 전처리단계의 저장조로 보낸다.
- [0109] 상기 호기성 생물학처리공정의 2차 침전조(34)를 월류(Over flow)하는 월류수가 배출기준치 이내로 처리된 경우나, 인근 하수처리시설과 연계하여 처리하는 경우는 최종처리수조로 보내었다 방류하거나, 인근 하수처리시설로 보낸다.
- [0110] 반송펌프(36)에 의해서 2차 침전조(34)에서 침전된 고형물(미생물 군체)인 오니(汚泥)가 미생물활성화조(37)에 공급되면 송풍기(40)로부터 공기를, 미생물활성화조(37)와 활성미네랄을 함유한 광물과 활성부식물질 펠릿의 충전물(39)이 충전된 생물반응기(38) 하부에 송풍기(40)로부터 공기를 공급하여, 공기와 반송오니가 함께 생물반응기(38)의 충전물(39) 층을 에어 리프팅(Air lifting) 되면서 미네랄성분을 공급받게 된다.
- [0111] 미생물활성화조(37)에서 미네랄성분을 충분히 공급받게 되면, 미네랄성분이 충분히 공급되었을 때 활발한 대사활동을 하는 바실루스 미코이데스(Bacillus mycoides), 바실루스 루테우스(Bacillus luteus), 흑국곰팡이(Aspergillus niger), 방선균(放線菌)과 같이 폴리페놀화합물(Polyphenol compounds)을 대사산물(代謝產物)로 배설하여 부식화반응에 의해서 액상유기물을 물에 불용성인 부식전구물질(腐植前驅物質) 또는 부식물질(腐植物質)로 전환하는 부식화미생물과 이들 미생물과 공생관계에 있는 미생물이 활성화하게 되며, 이를 폭기조(33)로 보내면 호기성 생물학적 폐수처리 시스템(System) 전체가 부식화미생물과 이들 미생물과 공생관계에 있는 미생물에 의해서 부식화반응에 의해서 호기성 생물학처리가 된다.
- [0112] 상기 유기물질을 부식화하여 부식물질을 생성하는 미생물은 세포질(Cytoplasm)이나 세포벽(Cell wall)에 미네랄 함량이 높으며, 이들 미생물은 미네랄성분을 충분히 섭취하였을 때 활발한 대사활동을 하기 때문에 수중에 미네랄성분을 용이하게 용출할 수 있는 활성부식물질과 활성미네랄성분을 다량 함유한 광물을 충전한 생물반응기(38)를 미생물활성화조(37)에 설치하여 충분한 미네랄성분이 미생물에 공급될 수 있도록 하였다.
- [0113] 미생물활성화조(37)에 설치된 생물반응기(38)에 활성부식물질 펠릿과 미네랄성분을 함유한 광물의 충전하는 양은, 폭기조(33)에 공급되는 폐수의 유량 10m³/일당 활성부식물질 펠릿을 5~10kg, 활성미네랄성분을 함유한 광물 10~20kg을 충전한다.
- [0114] 미생물에 미네랄성분을 용이하게 공급할 수 있는 활성미네랄성분을 다량 함유한 광물은, 유문암(Rhyolite) 또는 대사이드(Dacite)질의 부석(Pumice), 페그마타이트(Pegmatite) 또는 펄라이트(Perlite) 중에서 한 종류를 사용

한다.

[0115] 그리고 활성부식물질 펠릿은 해양성 규조류와 해양성 식물이 퇴적되어 풀브산(Fulvic acid) 함량이 높은 부식토(腐植土)와 벤토나이트(Bentonite)와 같은 점결제(粘結劑)와 혼합하여 펠릿형태로 가공한 시중제품을 구입하여 사용한다.

[0116] 송풍기(40)에서 폭기조(33)와 미생물활성화조(37)에 공급하는 공기량은, 폭기조(33)와 미생물활성화조(37)의 용존산소(Dissolved oxygen) 농도가 2~4mg/ℓ가 유지되도록 공급하고, 생물반응기(38) 하부로 공급하는 공기는 폭기강도가 1.5~3.5Nm³-Air/m³·시간으로 한다. 송풍기(40)의 토출압력은 조의 수심에 따른 정압두(Static head)와 배관의 마찰손실에 따른 마찰손실두(Friction head)를 고려하여 결정한다.

[0117] 본 발명에서 폐수처리는 부식화반응에 의한 호기성 생물학처리를 함으로써, 암모니아(NH₃), 황화수소(H₂S), 머캡탄(Mercaptan)류, 인돌(Indole), 스카톨(Skatol), 휘발성 아민류와 같은 악취발생물질이 비휘발성이면서 물에 불용성인 부식전구물질 또는 부식물질로 동화(同化)되어 악취발생이 억제되는 효과가 있으며, 액상유기물도 물에 불용성인 부식전구물질 또는 부식물질로 고도로 동화되면서 처리되어 폐수처리효율이 높은 특징이 있다.

[0118] 폭기조(33)의 용량은 F/M비(Food/Microorganism ratio)를 0.05~0.4 범위에서 다음 식(11)에 의해서 결정하며, 깊이는 2~6m범위로 한다.

[0119] $F/M = (BOD_5 \times Q) / (MLSS \times V)$ [kg BOD/m³·일](11)

[0120] 여기서 BOD₅는 유입폐수의 5일 생물학적 산소요구량(mg/ℓ), V는 폭기조의 용적(Volume, m³), MLSS는 폭기조 내 혼합액 부유물질(Mixed liquor suspended solids)농도(mg/ℓ), Q는 유입폐수의 유량(m³/일)이다.

[0121] 2차 침전조(34)의 표면적은 월류부하(Over flow load) 8~25(m³/m²·일)와 고형물부하 60~90(kg/m²·일)을 고려하여 여유가 있는 표면적으로 하며, 조의 깊이는 3~6m로 한다.

[0122] 2차 침전조(34)에서 반송펌프(36)에 의해서 폭기조(33)와 미생물활성화조(37)로 반송하는 유량은 폭기조(33) 내에서 MLSS(Mixed liquor suspended solids)의 농도가 2,000~3,500mg/ℓ 범위가 되게 다음 식(12)에 의해서 결정한다.

[0123] $R = Q_r / Q = (MLSS - SS) / (R - MLSS)$ (12)

[0124] 여기서 R은 2차 침전조(34)에서 폭기조(33)와 미생물활성화조(37)로 반송하는 반송률(%), Q_r는 반송하는 유량(m³/일), Q는 유입폐수의 유량(mg/ℓ), MLSS는 폭기조(33) 내의 혼합액 부유물질농도(mg/ℓ), SS는 유입폐수 중에 함유된 부유물질농도(mg/ℓ), R은 반송오니의 부유물질 농도(mg/ℓ)이다.

[0125] 미생물활성화조(37)에 공급하는 유량은, 전체 반송오니의 유량의 8~20%를 공급하고, 미생물활성화조(37)의 유량은 체류시간을 0.5~2일간으로 한다.

[0126] 송풍기(40)에서 폭기조(33)와 미생물활성화조(37)에 공급하는 공기량은, 폭기조(33)에서는 용존산소(Dissolved oxygen) 농도가 2~4mg/ℓ가 유지되도록 공급하고, 생물반응기(38) 하부로는 공급하는 공기량은 폭기강도가 1.5~3.5Nm³-Air/m³·시간으로 한다. 송풍기(40)의 토출압력(吐出壓力)은 조의 수심에 따른 정압두(Static head)와 배관의 마찰손실에 따른 마찰손실두(Friction head)를 고려하여 결정한다.

[0127] 상기 호기성 생물학처리수가 방류기준치 이내로 처리되는 경우나 하수병합처리를 하는 경우는 최종처리수조로 보내었다가 방류하거나, 하수처리장으로 보낸다.

[0128] 그리고 호기성 생물학처리수가 방류기준치 이내로 처리되지 않는 경우는, 상기한 호기성 생물학처리와 동일한 2차 호기성 생물학처리를 한다.

[0129] 7. 살균·여과처리공정

[0130] 상기 호기성 생물학처리공정에서 처리된 처리수를 고도로 처리하고자 하는 경우는 산화·살균처리를 한 다음, 여과처리 후 방류한다.

[0131] 호기성 생물학처리공정에서 처리된 처리수는 산화제(H₂O₂, NaClO, O₃, ClO₂, Cl₂)를 산화환원전위(Oxidation-reduction potential) 값이 +700~+1,100mV 범위로 주입하고, 30~60분간 교반기로 교반하면서 살균처리 후 여

과공정으로 보내어 수중의 고형물을 제거 후 방류한다.

[0132] 여과공정의 여과기에 충전하는 여재(濾材)는 유기물의 농도(BOD 및 COD)가 기대치 보다 높은 경우는 활성탄을 충전한 여과기로 여과하고, 고형물만 문제되는 경우는 모래를 충전한 여과기를 사용하여 여과한다.

실시예 3

[0133] 상기 실시예 2에서 처리한 상등수 1ℓ를 메스실린더(Measuring cylinder)에 주입하고, 하수처리장 호기성 생물학처리공정의 오니를 MLSS의 농도가 3,500mg/ℓ가 되게 주입하고, MgSO₄·7H₂O 250mg을 첨가한 다음 12시간 동안 폭기를 하면서 호기성 생물학처리를 하였을 때 처리수를 분석한 결과는 다음 표5과 같았다.

표 5

호기성 생물학처리수의 분석치

SS(mg/ℓ)	COD _{in} (mg/ℓ)	BOD ₅ (mg/ℓ)	T-N(mg/ℓ)	T-P(mg/ℓ)
32	38	12	12	3.8

[0135] 상기 표5에서 보는 바와 같이 축산폐수를 희석수를 사용하지 않고서도 방류기준치 이하로 처리될 수 있음을 확인할 수 있었다.

III. 퇴비화단계

1. 혼화공정

[0138] 상기 1차 탈수공정에서 탈수된 탈수케이크, 2차 탈수공정에서 탈수된 탈수케이크가 퇴비화단계의 혼화기(混和機, 4)에 공급되면 송풍기로부터 혼화기(4) 하부로 공기를 주입하면서, 팽윤제(수분조절제)를 주입하여 함수율이 60~65wt%로 공급하고 혼화기 믹서(5)로 교반하여 혼합한 다음, 발효·숙성조 공급 컨베이어(6)에 의해서 퇴비화공정의 발효·숙성조(7)로 보낸다. 이때 필요에 따라서는 팽윤제(膨潤劑)와 토양개량제를 부가적으로 주입하여 혼화(混和)한 다음, 발효·숙성조 공급 컨베이어(6)에 의해서 퇴비화공정의 발효·숙성조(7)로 보낸다.

[0139] 상기 팽윤제(수분 조절제)는, 톱밥, 왕겨, 볏짚, 보릿짚, 밀짚, 수피, 부엽토(腐葉土), 코코넛 피트 또는 이탄(泥炭) 중에서 한 종류 또는 한 종류 이상 혼합한 것을 사용하는데, 흡수성이 우수하면서 C/N(Carbon/Nitrogen)비가 60 이상 되는 것을 사용한다.

[0140] 그리고 양질의 퇴비를 생산하기 위해서는 토양개량제를 부가적으로 상기 팽윤제와 함께 혼화기(4)에 첨가한다.

[0141] 상기 토양개량제(Soil conditioner)로 사용하는, 천매암(Phyllite), 황토(Loess), 질석(Vermiculite), 일라이트(illite), 고령토(Kaolin), 제올라이트(Zeolite), 진주암(Perlite), 벤토나이트(Bentonite), 스멕타이트(Smectite), 몬모릴로나이트(Montmorillonite), 자화된 자철광의 분말, 마이너스 이온(Minus ion)을 발생하는 광물의 분말, 개울바닥 흙 또는 점토함량이 25% 이상 되는 산 흙은 중에서 한 종류 또는 두 종류 이상 혼합한 것을 사용하며, 그리고 상기 폐수처리단계의 2차 반응공정에서 제올라이트(Zeolites)와 탄 종류를 사용하지 않은 경우는, 본 혼화공정에서 상기 토양개량제와 함께 제올라이트와 탄 종류도 토양개량제로 사용할 수 있다.

[0142] 상기 토양개량제는, 수분조절제와 유입되는 탈수케이크(유기성 폐기물)를 합한 량의 100중량부에 한 종류 또는 두 종류이상 혼합한 것을 10~40중량부로 혼합하여 사용한다.

[0143] 유기성 폐기물의 C/N비는, 돈분의 경우는 8~12, 계분(鷄糞)은 8.4, 음식물쓰레기는 9~20이며, C/N비가 너무 낮으면 NH₃가스가 발생하여 악취발생을 유발하면서 질소성분이 유실되며, 반면에 질소의 함량이 낮아 C/N비율이 50 이상일 때에는 미생물활동이 원활하지 못하여 퇴비화 속도가 느려지면서 온도가 하강하므로 C/N 비율을 30~50 범위로 조정한다.

[0144] 상기 양이온교환용량(Cation exchange capacity, CEC) 값이 큰 물질을 양이온을 흡착 보존하는 능력이 우수하여 보비력(保肥力)이 향상되는 특성이 있다.

- [0145] 2. 발효·숙성공정
- [0146] 전처리단계의 1차 탈수공정에서 배출되는 탈수케이크에 수분조절제와 토양개량제를 주입하여 혼화기(4)에서 혼합된 것이 발효·숙성조(7)에 공급되면, 우선 분해가 용이한 유기물이 CO₂, H₂O, NH₃와 같은 간단한 무기물로 분해되면서 반응열에 의해서 온도가 60~70℃로 올라가면 고온성 미생물(Thermophilic bacteria)이 생육하면서 잡균, 해충의 알과 잡초의 씨앗 등이 사멸처리된다. 분해가 용이한 유기물이 소멸(消滅)되어 온도가 떨어지면 중온성 미생물(Mesophilic Bacteria)이 생육하면서 발효·숙성이 되어 퇴비가 생산된다.
- [0147] 퇴비화공정에서 제일 중요한 부분이 중온성 토양미생물(Mesophilic soil microbes)에 의한 발효·숙성공정으로, 이때 작용하는 중온성 토양미생물은 바실루스 미코이데스(Bacillus mycoides), 바실루스 루테우스(Bacillus luteus)와 같은 간균류(桿菌類), 소랑기움 켈룰로숨(Sorangium cellulolum)과 같은 점액세균, 아스페르길루스 니제르(Aspergillus niger, 黑麴菌)와 같은 곰팡이류 등과 같은 폴리페놀성 화합물(Polyphenolic compounds)을 대사산물(代謝産物)로 배설하여 부식물질(腐植物質)을 생성하는 부식화미생물과 슈도모나스 속(Pseudomonas sp.)과 같이 생리적 활성물질인 비타민류(Vitamins)를 대사산물로 배설하는 미생물, 푸사리움 속(Fusarium sp.)과 같이 옥신(Auxin)과 같은 성장촉진제인 호르몬류(Hormones)를 배설하는 미생물, 방선균(Actinomycete)과 같이 항생물질을 배설하는 미생물, 무코르 종(Mucor sp.), 페니실리움 종(Penicillium sp.), 푸사리움 종(Fusarium sp.)과 같은 곰팡이류와 같은 부식화 미생물과 공생관계(Symbiotic relationship)에 있는 미생물들에 의해서 식물의 성장에 유용한 물질이 다량 함유한 퇴비가 생산되어야만 양질의 퇴비가 될 수 있다.
- [0148] 상기와 같은 토양미생물은 세포질(Cytoplasm) 또는 세포벽(Cell wall)에 미네랄 함량이 높은 특성이 있으며, 이들 미생물은 흡수가 용이한 미네랄성분이 충분히 공급되었을 때 활발한 대사활동을 하는 특성이 있다. 이와 같은 토양미생물을 수중에서 흡수가 용이한 미네랄을 충분히 공급하여 생육을 활발하게 하는 방법을 BMW(Bacteria-Mineral-Water system)라 하여, 토양미생물을 이용한 공정에 다양하게 이용되고 있다.
- [0149] 상기 토양개량제(Soil conditioner)는, 토양미생물에 미네랄공급, 통기성(通氣性), 투수성(透水性)을 좋게 하여 토양을 부드럽게 하면서, 보습성(保濕性)이 있어 흡수성(吸水性)과 보비력(保肥力)이 우수하여 식물뿌리의 성장(生長)을 촉진하는 등의 특성이 있다.
- [0150] 탈수케이크가 혼화기(4)에서 수분조절제와 토양개량제가 혼합된 것이 발효·숙성조(7)에 공급되면 발효·숙성조믹서(8)로 30~50일간 1~3회/일로 뒤집기를 하면서 호기성 발효를 하여 숙성(熟成)된 완숙퇴비는 삽차(Poclain: 9)로 완숙퇴비투입호퍼(10)에 주입한 다음, 이물질 선별기(11)로 보내어 이물질을 분리 제거한 완숙퇴비는 완숙퇴비 반송 컨베이어(12)에 의해서 발효·숙성조(7) 전단으로 유입되는 전처리단계의 1차 탈수공정에서 배출되는 탈수케이크와 팽윤제(수분조절제) 및 토양개량제를 혼합한 양을 기준으로 20~50%를 반송하고, 나머지 완숙퇴비는 완숙퇴비 이송 컨베이어(13)에 의해서 완숙퇴비저장설비로 보낸 다음, 성형공정으로 보내어 바인더(Binder)를 공급하여 구형(球型) 또는 펠릿형(Pellet type)으로 성형 후 건조한 것을 포장공정으로 보내거나, 또는, 성형하지 않고 완숙퇴비를 그대로 포장공정으로 보내어 포장 후 제품화한다.
- [0151] 상기 성형공정의 바인더는 아타파르자이트(Actapulgit)계 점토, 벤토나이트(Bentonite)질 점토, 카올린(Kaolin, 高嶺土), 콜로이드 실리카(Colloidal silica, Silica sol), 알루미늄졸(Alumina sol)과 성형조제(成形助劑)로서 아크릴계수지(Acrylate resin), 스타이렌-아크릴계수지(Styrene-Acrylate resin), 폴리비닐알코올(Polyvinyl alcohol)계수지, CMC(Carboxyl methyl cellulose)계수지, 카복시메틸셀룰로스나트륨(Sodium carboxymethyl cellulose)계수지 또는 알긴산 나트륨(Sodium alginate) 중에서 한 종류 또는 두 종류 이상 혼합한 것을 사용한다. 바인더의 혼합량은 완숙퇴비 100중량부에 아타파르자이트(Actapulgit)계 점토 10중량부와 성형조제로서 CMC를 5중량부를 성형기에서 균일하게 혼합하여 구상이나 펠릿상으로 성형한다. 성형기는 공지되어 있는 스크루 1축 또는 2축형의 익스트루더(Screw extruder), 롤압(Roll pressure)을 이용한 디스크 펠레타이저(Disk pelletizer) 또는 프레스 펠레타이저(Press pelletizer) 중에서 한 종류를 사용한다.
- [0152] 상기 구상이나 펠릿상으로 성형한 퇴비의 건조공정에서 건조기는 벨트컨베이어드라이어(Belt conveyor dryer), 로터리드라이어(Rotary dryer), 드럼드라이어(Drum dryer) 또는 밴드드라이어(Band dryer) 중에서 한 종류를 사용한다.
- [0153] 전처리단계의 1차 탈수공정에서 배출되는 탈수케이크의 처리용량이 적은 경우는, 완숙퇴비 반송 컨베이어(12)를 생략하고, 완숙퇴비를 삽차(9)를 이용하여 발효·숙성조(7) 전단으로 반송할 수도 있다.
- [0154] 발효·숙성조(7)에서 배출되는 침출수가 침출수 저장조(14)에 유입되면 침출수 이송펌프(15)로 발효·숙성조

(7)의 고온부에 온도조절용으로 반응하여 살포하고, 남은(잉여) 침출수는 전처리단계의 저장조로 보낸다.

[0155] 전처리단계의 1차 탈수공정에서 배출되는 탈수케이크가 혼화기(4)에서 팽윤제(수분조절제)와 토양개량제를 혼합하여 혼화한 것이 발효·숙성조(7)에 유입되어 발효·숙성조믹서(8)로 뒤집기를 하면 호기성 미생물에 의해서 분해가 용이한 단순 단백질(Simple protein), 탄수화물(Carbohydrate) 등이 간단한 CO₂, H₂O, NH₃ 등의 무기물로 분해되면서 반응열로 인하여 발효 3~4일 후에는 온도가 60~70℃로 올라가면 바실루스 스테아로써모필루스(Bacillus stearothermophilus), 바실루스 써모레오보란스(Bacillus thermoleovorans), 클로스트리디움 테르모켈룸(Clostridium thermocellum), 클로스트리디움 테르모삭카롤리티쿰(Clostridium thermosaccharolyticum), 클로스트리디움 테르모아케티쿰(Clostridium thermoaceticum), 클로스트리디움 테르모히드로켈푸리쿰(Clostridium thermohydrosulfuricum), 락토바실루스 써모필루스(Lactobacillus thermophilus), 스트렙토코쿠스 써모필루스(Streptococcus thermophilus), 스트렙토미세스 써모필루스(Streptomyces thermophilus) 등의 고온성 미생물이 생육하면서 잡균(雜菌), 해충(害蟲)의 알과 잡초(雜草)의 씨앗 등이 사멸처리된다. 이때 온도가 70℃ 이상에서 장시간 지속 되면 중온성 미생물이 사멸되어 후속처리인 중온발효(中溫醱酵)가 원활하게 진행되지 않아 완숙된 퇴비가 되지 않기 때문에 발효·숙성조(7)에서 침출수 저장조(610)에 배출된 침출수를 침출수이송펌프(611)로 발효·숙성조(7)의 고온부에 살포하여 온도가 60~70℃가 유지되도록 하면서, 남은 침출수는 전처리단계의 저장조로 보낸다.

[0156] 발효·숙성조(7)에서 원활한 발효·숙성이 일어나게 하기 위해서는, 완숙퇴비의 일부를 완숙퇴비 반응 컨베이어(12) 또는 삽차(9)로 발효·숙성조(7) 전단으로 중 미생물용으로 유입되는 전처리단계의 1차 탈수공정에서 배출되는 탈수케이크와 팽윤제를 합한 량의 20~50wt%를 반응할 필요가 있다.

[0157] 상기 발효·숙성조 믹서(8)는, 로터리형(Rotary type), 스킵형(Scoop type), 스크루형(Screw type), 크레인형(Crane type), 스크루·오거형(Screw·auger type), 캐터필러(Caterpillar)를 장비한 자주식 교반형(Self-propelled mixing type) 또는 버킷로더 교반형(Bucket loader mixing type) 중에서 한 종류를 사용할 수 있다.

[0158] 그리고 퇴비화에서 발효·숙성은 도 2에서와 같이 개방·직선형(開放·直線型)을 주로 사용하지만, 개방·직선형 발효·숙성조(7) 이외의 개방식원형형발효장치(開放式圓形醱酵裝置), 개방식회행형발효장치(開放式回行型醱酵裝置), 개방식교반발효장치(開放式攪拌醱酵裝置), 개방식종형발효장치(開放式縱型醱酵裝置), 개방식횡형발효장치(開放式橫型醱酵裝置), 엔드리스 스킵형(Endless Scoop type) 발효장치, 상형통기발효장치(箱形通氣醱酵裝置), 로터리 킬른식(Rotary kiln type)밀폐형발효장치(密閉橫型醱酵裝置) 또는 밀폐식종형발효장치(密閉式縱型醱酵裝置), 밀폐형다단식종형발효장치(密閉式多段式縱型醱酵裝置) 중에서 한 종류의 발효장치를 이용하여 발효를 할 수도 있으며, 본 발명에서는 발효·숙성조(7)의 형태에는 특별히 제한하지는 않는다. 밀폐식종형발효장치, 개방식종형발효장치 등을 적용하는 경우는 고온발효 부분과 중온발효 부분을 분리하여 설비하는 것이 바람직하다.

[0159] 상기 발효·숙성공정에서 전처리단계의 1차 및 2차 탈수공정에서 배출되는 탈수케이크가 발효되어 퇴비가 생성되는 반응 메커니즘(Mechanism)을 고려하면 다음과 같다.

[0160] 유기물질 - 토양미생물(부식화 미생물) → 폴리페놀성 화합물(대사산물) + CO₂ + H₂O + Energy(13)

[0161] 폴리페놀성화합물 + 공기(O₂) - 산화효소 → 퀴논화합물 + H₂O₂(14)

[0162] 퀴논화합물 + 난분해성 유기물(리그닌, 셀룰로오스, 타닌 등) + 휘발성물질(NH₃, H₂S, 메르캅탄류, 다이메틸설파이드 ... 등) - 중축합반응 → 부식전구물질(腐植前驅物質)(15)

[0163] 부식전구물질 + 부식화미생물과 공생미생물(Penicillium sp., Pseudomonas sp. ... 등) → 부식물질 + 생리적 활성화물질인 비타민류 + 성장촉진물질인 호르몬 + 향생물질 (완숙퇴비).....(16)

산업상 이용가능성

[0164] 음식물쓰레기, 축산분뇨, 분뇨, 도축공장폐기물, 식품제조공장에서 배출되는 유기성 폐기물, 농·수산물가공공장에서 배출되는 유기성 폐기물, 하수처리 슬러지(Sludge), 일반산업공장에서 배출되는 유기성 폐기물과 같이 함수율과 유기물의 농도가 높은 유기성 폐기물은 탈수를 하여 탈수케이크는 퇴비화를 하고, 탈수 여액인 폐수는

오염물질의 부하가 높아 아직까지 합리적인 처리방법이 없어 지금까지 해양투기를 하였으나, 해역의 오염이 심각하여 국제협약에 의해 해양투기가 금지됨으로써 이와 같이 오염부하가 높은 고농도 유기성 폐수의 합리적인 처리방안이 강구되어야 하는 실정에 있다.

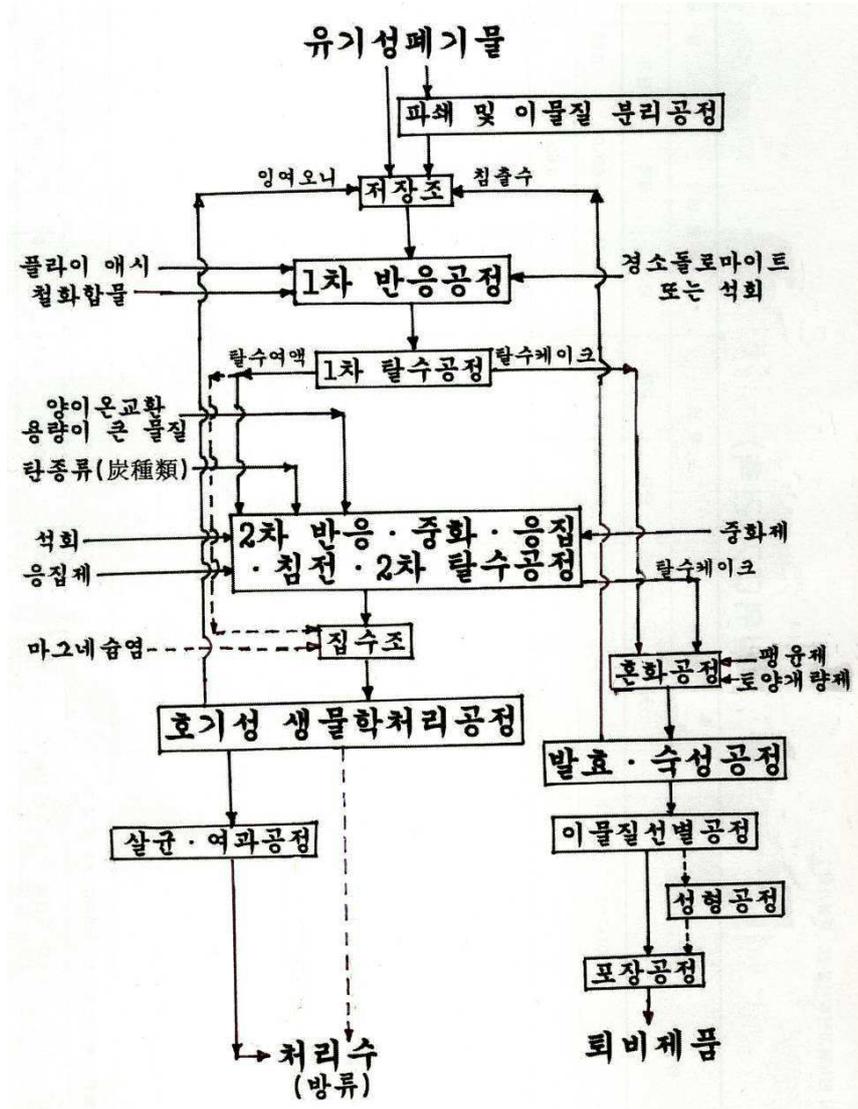
[0165] 본 발명은 상기와 같은 함수율과 유기물의 농도가 높은 유기성 폐기물을 화력발전소 등에서 배출되는 플라이애시(Fly ash)와 시멘트공장 등에서 배출되는 경소 돌로마이트(Soft burned dolomite) 또는 석회를 이용하여 유기물질의 오염부하가 낮은 폐수로 1차 처리를 한 다음 호기성 생물학처리를 하여 배출기준치 이하로 처리할 수 있으며, 또한, 탈수케이크는 식물생장에 유용한 질소, 인과 실리카, 마그네슘, 칼슘, 칼륨과 같은 미네랄성분이 풍부한 양질의 퇴비를 생산할 수 있기 때문에 앞으로 상기한 함수율과 유기물의 농도가 높은 유기성 폐기물처리에 널리 적용될 것으로 기대된다.

부호의 설명

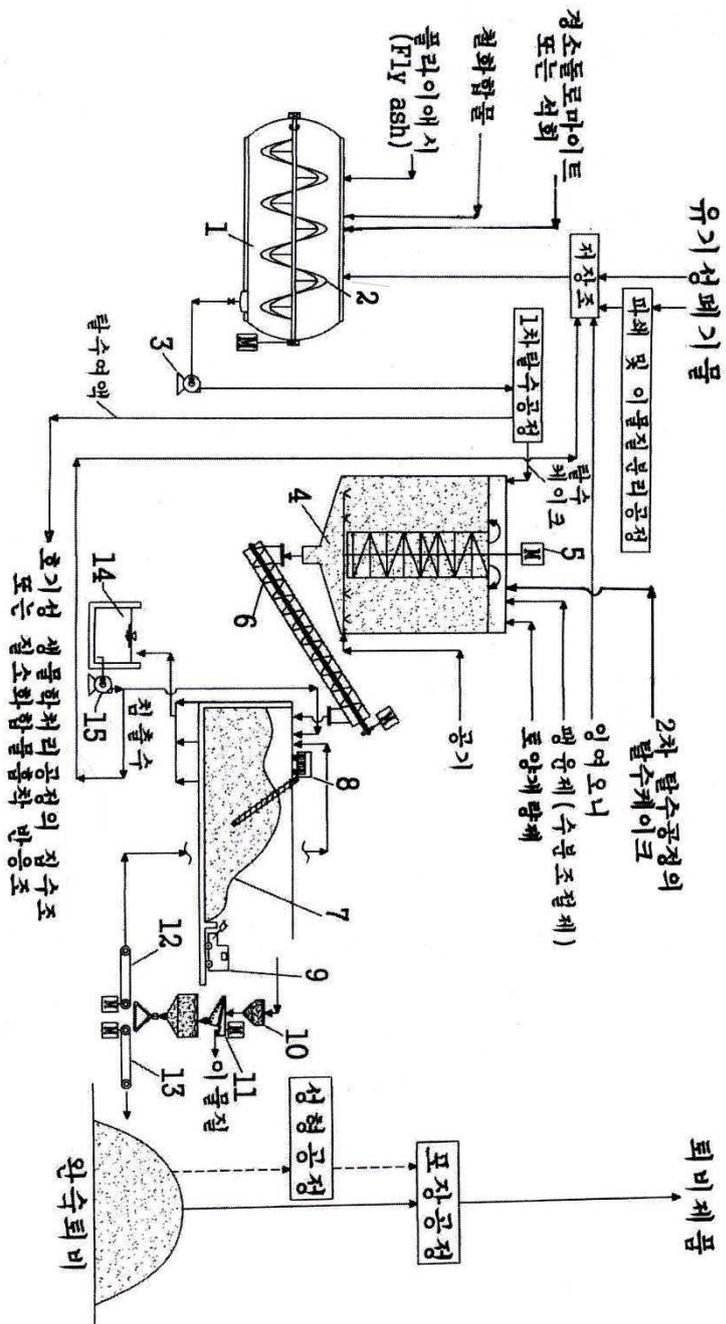
- [0166]
- | | |
|----------------------|---------------------|
| 1: 1차 반응기 | 2: 1차 반응기 믹서(Mixer) |
| 3: 1차 탈수공정 공급펌프 | 4: 혼화기 |
| 5: 혼화기 믹서 | 6: 발효·숙성조 공급 컨베이어 |
| 7: 발효·숙성조 | 8: 발효·숙성조 믹서 |
| 9: 삽차 | 10: 완숙퇴비 투입 호퍼 |
| 11: 이물질선별기 | 12: 완숙퇴비 반송 컨베이어 |
| 13: 완숙퇴비 이송 컨베이어 | 14: 침출수 저장조 |
| 15: 침출수 이송펌프 | 20: 질소화합물흡착반응조 |
| 21: 질소화합물흡착반응조교반기 | 22: 석회반응조 |
| 23: 석회반응조 교반기 | 24: 중화조 |
| 25: 중화조 교반기 | 26: 응집조 |
| 27: 응집조 교반기 | 28: 1차 침전조 |
| 29: 1차 침전조 레이크(Rake) | 30: 2차 탈수공정 공급펌프 |
| 31: 집수조 | 32: 폭기조공급펌프 |
| 33: 폭기조 | 34: 2차 침전조 |
| 35: 2차 침전조 레이크 | 36: 반송펌프 |
| 37: 미생물활성화조 | 38: 생물반응기 |
| 39: 충전물 | 40: 송풍기(Air blower) |
- DOI: 용존산소지시계(Dissolved oxygen indicator)
 pHT: 수소이온농도전달장치(pH transmitter) M: 모터(Motor)
 pHIS: 수소이온농도지시제어스위치(pH indicating control switch)

도면

도면1



도면2



도면3

