



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년12월31일
(11) 등록번호 10-1215912
(24) 등록일자 2012년12월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C02F 11/12 (2006.01) C02F 3/12 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-7026716(분할)
(22) 출원일자(국제) 2005년01월25일
심사청구일자 2011년11월14일
(85) 번역문제출일자 2011년11월09일
(65) 공개번호 10-2011-0139313
(43) 공개일자 2011년12월28일
(62) 원출원 특허 10-2006-7016491
원출원일자(국제) 2005년01월25일
심사청구일자 2009년12월22일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2005/000891
(87) 국제공개번호 WO 2005/073134
국제공개일자 2005년08월11일
(30) 우선권주장
JP-P-2004-025702 2004년02월02일 일본(JP)
(뒷면에 계속)
(56) 선행기술조사문헌
JP2000210692 A*
JP2004008843 A*
JP평성11277087 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
쿠리타 고교 가부시키키가이샤
일본 도쿄도 나카노쿠 나카노 4초메 10반 1고
(72) 발명자
후지시마 시게키
일본 도쿄도 신주쿠쿠 니시신주쿠 3-4-7 쿠리타
고교 가부시키키가이샤 나이
요다 모토유키
일본 도쿄도 신주쿠쿠 니시신주쿠 3-4-7 쿠리타
고교 가부시키키가이샤 나이
(74) 대리인
김성기, 김진희

전체 청구항 수 : 총 3 항

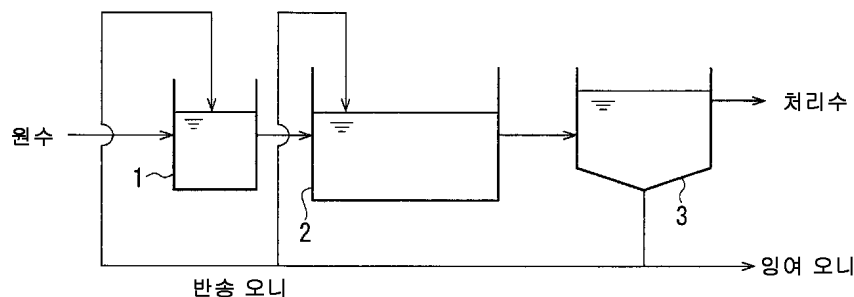
심사관 : 이강옥

(54) 발명의 명칭 유기성 배수의 생물 처리 방법 및 장치

(57) 요약

미소 생물의 포식 작용을 이용한 다단 활성 오니법은 안정된 처리 수질을 유지한 상태에서 한층 더 높은 처리 효율의 향상과 잉여 오니 발생량의 저감을 실현한다. 이 방법은 유기성 배수 중 BOD를 고부하 처리하여 분산 군체로 변환시키는 제1 생물 처리 공정과, 및 변환된 분산 군체를 플록(floc)화하는 동시에 미소 생물을 공존시키는 제2 생물 처리 공정을 갖는다. 제2 생물 처리 공정은 pH 5 내지 pH 6의 조건 하에서 행한다. 혹은 제2 생물 처리 공정의 오니 및/또는 제2 생물 처리 공정의 오니를 고액 분산하여 얻어진 오니 중 적어도 일부를 호기 조건에서 분해하고, 처리 오니를 제1 생물 처리 공정 및/또는 제2 생물 처리 공정으로 반송하는 잉여 오니 처리 공정을 pH 5 내지 pH 6의 조건 하에서 행한다.

대표도 - 도1



(30) 우선권주장

JP-P-2004-099967	2004년03월30일	일본(JP)
JP-P-2004-170121	2004년06월08일	일본(JP)
JP-P-2004-233257	2004년08월10일	일본(JP)
JP-P-2004-233258	2004년08월10일	일본(JP)

특허청구의 범위

청구항 1

유기성 배수를 제1 생물 처리조에 도입하여 pH 6 이상, BOD 용적부하 $1 \text{ kg/m}^3/\text{d}$ 이상, HRT(원수체류시간) 24 h 이하에서 활성 오니 처리하여 비응집성 세균이 우점화(優占化)된 처리액을 얻고,

상기 제1 생물 처리조로부터의 비응집성 세균이 우점화된 처리액을 제2 생물 처리조에 도입하여 pH 6 이하, 용해성 BOD에 의한 오니 부하 $0.1 \text{ kg-BOD/kg-MLSS/d}$ 이하에서 활성 오니 처리하여 잔존하고 있는 유기 성분의 산화 분해, 비응집성 세균의 자기 분해 및 적어도 SS의 10% 이상을 차지하는 미소동물에 의한 포식에 의해 오니의 감량화를 수행하고,

제2 생물 처리조로부터의 처리액을 고액 분리 처리하여 오니와 처리수로 분리하고, 이 오니의 일부를 제2 생물 처리조에 반송하는 생물 처리 방법에 있어서,

상기 제2 생물 처리조 내의 오니의 일부, 상기 고액 분리 처리 후의 오니의 잔부(殘部) 또는 둘 다를 제3 생물 처리조에 도입하여 호기 처리한 후, 호기 처리한 오니의 일부 또는 전부를 탈수하여 고형분과 수분으로 분리하고, 고형분을 잉여 오니로서 방출하고, 수분을 상기 제1 생물 처리조, 상기 제2 생물 처리조 또는 상기 제1 생물 처리조 및 제2 생물 처리조에 반송하는 것을 특징으로 하는 유기성 배수의 생물 처리 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제3 생물 처리조의 pH는 6 이하로 하는 것을 특징으로 하는 유기성 배수의 생물 처리 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제2 생물 처리조 및 제3 생물 처리조의 SRT(오니체류시간)는 40일 이하로 하는 것을 특징으로 하는 유기성 배수의 생물 처리 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 유기성 배수의 생물 처리 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 생활 배수, 하수, 식품 공장이나 펄프 공장과 같이, 광범위한 오염물 농도를 가지는 유기성 배수를 처리하는 데 이용할 수 있는 유기성 배수의 생물 처리 방법에 대한 개발이 요구되고 있다. 특히, 처리 수질을 악화시키지 않고, 처리 효율을 향상시키면서, 잉여 오니(汚泥) 발생량을 저감할 수 있는 유기성 배수의 생물 처리 방법이 요구되고 있다.

[0003] 유기성 배수를 생물 처리하는 경우에 이용되는 활성 오니법은 처리 수질이 양호하고 유지 보수가 용이한 등의 이점으로 인해, 하수 처리나 산업 폐수 처리 등에서 널리 이용되고 있다. 그러나 활성 오니법에 있어서의 BOD 용적 부하는 $0.5 \text{ kg/m}^3/\text{d}$ 내지 $0.8 \text{ kg/m}^3/\text{d}$ 정도이기 때문에, 넓은 부지 면적이 필요하게 된다. 분해한 BOD의

20%가 균체, 즉 오니로 변환되기 때문에, 대량의 잉여 오니 처리가 발생한다.

- [0004] 유기성 배수의 고부하 처리에 관해서는 담체를 첨가한 유동상법(fluidized bed process)이 알려져 있다. 이 방법을 이용하는 경우, $3 \text{ kg/m}^3/\text{d}$ 이상의 BOD 용적 부하로 운전하는 것이 가능해진다. 그러나 이 방법에서의 발생 오니량은 분해한 BOD의 30% 정도이며, 이는 통상의 활성 오니법보다도 많다.
- [0005] 일본 특허 공개 소화 제56-48235호 공보는, 유기성 배수를 우선 제1 처리조에서 세균 처리하여, 배수에 포함되는 유기물을 산화 분해하고, 비응집성 세균의 균체로 변환한 후, 제2 처리조에서 고착성 원생 동물에 의해 포식 제거시키는 방법을 개시한다. 이 방법은 잉여 오니를 감량한다. 특허 공개 소화 제62-54073호 공보에서도 동일한 2단 생물 처리가 기재되어 있다. 이들 방법으로는 고부하 운전도 가능해지며, 활성 오니 처리 효율도 향상한다.
- [0006] 일본 특허 공개 제3360076호 공보에는, 이러한 2단 생물 처리법에 있어서, 원생 동물을 포함하는 활성 오니를 생물 처리조로부터 방출하여, 반응 처리조에서 살균 및 가용화 처리하여 생물 처리조로 복귀시킴으로써, 잉여 오니 발생량을 더 저감하는 방법이 기재되어 있다.
- [0007] 일본 특허 제3410699호 공보에는, 전단의 생물 처리를 담체 유동상식으로 하고, 후단의 생물 처리를 다단 활성 오니 처리로 함으로써, 잉여 오니 발생량을 더 저감하는 방법이 기재되어 있다. 이 방법에서는, 후단의 활성 오니 처리를 BOD 오니 부하 $0.1 \text{ kg-BOD/kg-MLSS/d}$ 의 저부하로 운전함으로써, 오니를 자기 산화시켜, 오니 방출량을 대폭 저감할 수 있다.
- [0008] 일본 특허 공개 소화 제55-20649호 공보에서는, 유기성 배수를 우선 제1 처리조에서 세균 처리하여, 배수에 포함되는 유기물을 산화 분해하고, 비응집성 세균의 균체로 변환한 후, 제2 처리조에서 고착성 원생 동물에 의해 포식 제거시킴으로써, 잉여 오니의 감량화를 가능하게 한다. 또한 이 방법에서는 고부하 운전이 가능해지며, 활성 오니법의 처리 효율도 향상된다.
- [0009] 예컨대, 일본 특허 공개 제2000-210692호 공보에서는, 일본 특허 공개 소화 제55-20649호 공보의 처리 방법에 의해 문제가 되는 원수의 수질 변동에 의한 처리 성능 악화의 대책을 제안하고 있다. 구체적인 방법으로서, 「피처리수의 BOD 변동을 평균 농도의 중앙값으로부터 50% 이내로 조정한다」, 「제1 처리조 내 및 제1 처리수의 수질을 시간 경과적으로 측정한다」, 「제1 처리수의 수질 악화 시에는 미생물 제제 또는 종(種)오니를 제1 처리조에 첨가한다」 등의 방법을 들고 있다.
- [0010] 일본 특허 공개 소화 제60-23832호 공보에서는, 세균, 효모, 방선균, 해초류, 곰팡이류나 폐수 처리의 초심(初洗) 오니나 잉여 오니를 원생 동물이나 후생 동물에 포식시킬 때, 초음파 처리 또는 기계 교반에 의해 상기한 먹이의 플록(floc) 사이즈를 동물의 입보다 작게 하는 방법을 제안하고 있다.
- [0011] 전술한 바와 같이 미소 생물의 포식 작용을 이용한 다단 활성 오니법은 유기성 배수 처리에서 이미 실용화되어 있으며, 대상으로 하는 배수에 의해서는 처리 효율의 향상, 발생 오니량의 감량화가 가능하다.
- [0012] 예컨대, 미소 동물의 포식을 이용하는 경우, 오니 감량 효과는 처리 조건이나 배수의 수질에 의해서는 다르지만, 표준 활성 오니법에 의해 발생하는 오니량을 30% 내지 70% 정도 저감할 수 있게 되어 있다.
- [0013] 그러나 오니 감량 효과는 처리 조건이나 배수의 수질에 따라 다르지만, 단조식 활성 오니법에 의해 발생하는 오니량을 반감시키는 정도이다. 이것은 세균주체의 오니를 포식하기 위한 후단의 미소 생물조에 있어서, 오니의 대부분이 포식되지 않고 잔존하거나, 포식에 관여하는 미소 생물을 고농도로 유지할 수 없는 것이 원인이다.
- [0014] 또한 포식을 행하는 미소 동물은 세균에 비해 고등 생물이기 때문에, 수명이 길고(자기 분해 속도가 느리고), 이것이 오니를 감량화시키는 것을 더 곤란하게 한다.
- [0015] 또한 미소 동물은 분열에 의해 증식하는 것뿐 아니라, 알에 의해 증식하는 것도 있다. 이 대표적인 후생 동물에 윤충류(輪蟲類; rotifier)가 있다. 이러한 미소 동물이 오니 감량에 공헌한다고 하지만, 항상 증식 상태(산란 가능 상태)에 있는 것이 아니고, 경화 후 며칠이 지나면 산란하지 않게 되며, 다시 며칠 후에는 수명이 다해 사멸한다. 또한 이들 미소 동물이 우선화한 경우, 산란하여도 충분한 양의 성충이 있거나, 오니의 대부분이 분(糞) 덩어리만으로 먹이가 되는 세균이 적은 경우, 경화되지 않는 경우가 있으며, 이 때문에 조 내의 미소 동물이 일제히 사멸하는 경우가 있다. 이러한 후생 동물의 특징으로 인해, 미소 동물을 이용한 활성 오니법에서는 오니 발생량을 장기간에 걸쳐 안정적으로 낮게 유지하는 것이 곤란하다.
- [0016] 세균의 자기 소화를 이용하는 다단 활성 오니법에서는, 세균의 상태(분산 상태, 플록, 실 형상)에 상관없이, 표

준 활성 오니법에 비하여 50% 정도 오니 발생량을 삭감할 수 있다. 그러나 50%의 오니 감량률을 얻기 위해서는, 자기 소화를 행하는 생물 처리조에서의 오니 체류 시간을 길게 설정해야 하며, 그러기 위해 막분리 장치를 도입하면, 막의 유지 보수 비용에 의해 오니 감량에 의한 런닝 비용의 삭감을 상쇄하게 된다.

[0017] 따라서, 기설(既設)한 폭기조를 이용하여 저런닝 비용으로 50% 이상의 오니 감량률을 달성하기 위해서는 미소 동물의 이용이 유효하며, 이것을 안정적으로 행하기 위해서는 전단의 생물 처리조에서 미소 동물에게 포식되기 쉬운 세균을 안정적으로 생성시킬 필요가 있다.

발명의 내용

[0018] 발명의 개요

[0019] 본 발명은 미소 생물의 포식 작용을 이용하는 다단 활성 오니법에 있어서, 안정된 처리 수질을 유지한 후에 보다 한층 높은 처리 효율의 향상과 잉여 오니 발생량의 저감을 도모하는 유기성 배수의 생물 처리 방법 및 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0020] 제1 측면에 따른 유기성 배수의 생물 처리 방법 및 장치는, 유기성 배수 중 BOD를 고부하 처리하여 분산 균체로 변환시키는 제1 생물 처리 공정, 및 변환된 분산 균체를 플록(floc)화하는 동시에 미소 생물을 공존시키는 제2 생물 처리 공정을 갖는 유기성 배수의 생물 처리 방법 및 장치에 있어서, 상기 제2 생물 처리 공정을 pH 5 내지 pH 6의 조건 하에서 행하는 것을 특징으로 한다.

[0021] 제2 측면에 따른 유기성 배수의 생물 처리 방법 및 장치는, 유기성 배수 중 BOD를 고부하 처리하여 분산 균체로 변환시키는 제1 생물 처리 공정, 및 변환된 분산 균체를 플록화하는 동시에 미소 생물을 공존시키는 제2 생물 처리 공정을 갖는 유기성 배수의 생물 처리 방법에 있어서, 상기 제2 생물 처리 공정의 오니 및/또는 상기 제2 생물 처리 공정의 오니를 고액 분리하여 얻어진 오니 중 적어도 일부를 호기 조건 하에 분해하는 잉여 오니 처리 공정을 갖고, 상기 잉여 오니 처리 공정의 처리 오니를 상기 제1 생물 처리 공정 및/또는 제2 생물 처리 공정으로 반송하는 유기성 배수의 생물 처리 방법 및 장치로서, 상기 잉여 오니 처리 공정을 pH 5 내지 pH 6의 조건 하에서 행하는 것을 특징으로 한다.

[0022] 제3 측면의 유기성 배수의 생물 처리 방법 및 장치는, 유기성 배수를 제1 생물 처리 공정에 도입하여 비응집성 세균에 의해 생물 처리하고, 상기 제1 생물 처리 공정으로부터의 비응집성 세균을 포함하는 처리수를 제2 생물 처리 공정에 도입하여 활성 오니 처리하는 생물 처리 방법 및 장치에 있어서, 상기 제2 생물 처리 공정의 오니, 또는 상기 제2 생물 처리 공정의 오니를 고액 분리하여 얻어진 오니 중 적어도 일부를 혐기 처리 공정에 도입하여 혐기 처리하고, 상기 혐기 처리 공정의 처리물을 상기 제1 생물 처리 공정 및/또는 제2 생물 처리 공정으로 반송하는 것을 특징으로 한다.

[0023] 제4 측면의 유기성 배수의 생물 처리 방법 및 장치는, 유기성 배수를 제1 생물 처리 공정에 도입하여 비응집성 세균에 의해 생물 처리하고, 상기 제1 생물 처리 공정으로부터의 비응집성 세균을 포함하는 처리수를 제2 생물 처리 공정에 도입하여 활성 오니 처리하는 생물 처리 방법에 있어서, 상기 제2 생물 처리 공정의 오니, 또는 상기 제2 생물 처리 공정의 오니를 고액 분리하여 얻어진 오니 중 적어도 일부를 호기 처리 공정에 도입하여 호기 조건 하에 산화하고, 상기 호기 처리 공정의 처리물 중 적어도 일부를 혐기 처리 공정에 도입하여 혐기 처리하고, 상기 혐기 처리 공정의 처리물을 상기 제1 생물 처리 공정, 제2 생물 처리 공정 및 호기 처리 공정으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1 이상의 공정으로 반송하는 것을 특징으로 한다.

[0024] 제5 측면의 유기성 배수의 생물 처리 방법 및 장치는, 유기성 배수를 제1 생물 처리 공정에 도입하여 세균에 의해 생물 처리하고, 상기 제1 생물 처리 공정으로부터의 세균을 포함하는 처리액을 제2 생물 처리 공정에 도입하여 활성 오니 처리하고, 제2 생물 처리 공정으로부터의 처리액을 고액 분리 처리하여 오니와 처리수로 분리하고, 이 오니의 일부를 제2 생물 처리 공정으로 반송하는 생물 처리 방법 및 장치에 있어서, 상기 제2 생물 처리 공정 내의 오니의 일부 및/또는 상기 고액 분리 처리 후의 오니의 잔부(殘部)를 제3 생물 처리 공정에 도입하여 호기 처리한 후, 호기 처리한 오니의 일부 또는 전부를 탈수하여 고형분과 수분으로 분리하고, 고형분을 잉여 오니로서 방출하며, 수분을 상기 제1 생물 처리 공정 및/또는 제2 생물 처리 공정으로 반송하는 것을 특징으로 하는 것이다.

[0025] 제6 측면의 유기성 배수의 생물 처리 방법 및 장치는, 유기성 배수를 제1 생물 처리조에 도입하여 세균에 의해 생물 처리하고, 상기 제1 생물 처리조로부터의 세균을 포함하는 처리액을 제2 생물 처리조에 도입하여 활성 오니 처리하는 생물 처리 방법 및 장치에 있어서, 상기 제2 생물 처리조의 오니 체류 시간을 5일 이상 40일 이하

로 하는 것을 특징으로 하는 것이다.

[0026] 제7 측면의 유기성 배수의 생물 처리 방법 및 장치는, 유기성 배수를 제1 생물 처리조에 도입하여 세균에 의해 생물 처리하고, 상기 제1 생물 처리조로부터의 비응집성 세균을 포함하는 처리액을 제2 생물 처리조에 도입하여 활성 오니 처리하고, 상기 제2 생물 처리조 내 오니를 고액 분리하여 얻어지는 오니를 제3 생물 처리조에 도입하여 호기 조건 하에 산화 처리하고, 상기 제3 생물 처리조의 처리물의 일부 또는 전부를 상기 제2 생물 처리조에 반송하는 생물 처리 방법 및 장치로서, 상기 제2 생물 처리조 및 상기 제3 생물 처리조의 오니 체류 시간을 각각 5일 이상 40일 이하로 하는 것을 특징으로 하는 것이다.

[0027] 제8 측면의 유기성 배수의 생물 처리 방법 및 장치는, 유기성 배수 중 BOD를 고부하 처리하여 균체로 변환시키는 제1 생물 처리 공정, 및 변환된 균체를 상기 균체를 포식하는 미소 동물과 공존시키는 제2 생물 처리 공정을 갖는 유기성 배수의 생물 처리 방법 및 장치에 있어서, 기준이 되는 상기 유기성 배수 중 BOD의 70% 이상 100% 미만이 균체로 변환되는 데 필요한 상기 제1 생물 처리 공정에 있어서의 수리학적 체류 시간(HRT)을 구하여, 이 값을 기준 HRT로 하고, 상기 제1 생물 처리 공정에 있어서의 HRT가 상기 기준 HRT의 0.75배 내지 1.5배의 범위가 되도록 상기 제1 생물 처리 공정에 도입시키는 상기 유기성 배수에 액체를 첨가하는 것을 특징으로 한다.

[0028] 제9 측면의 유기성 배수의 생물 처리 방법 및 장치는, 유기성 배수 중 BOD를 고부하 처리하여 균체로 변환시키는 제1 생물 처리 공정, 및 변환된 균체를 상기 균체를 포식하는 미소 동물과 공존시키는 제2 생물 처리 공정을 갖는 유기성 배수의 생물 처리 방법 및 장치에 있어서, 기준이 되는 상기 유기성 배수 중 BOD의 70% 이상 100% 미만이 균체로 변환되는 데 필요한 상기 제1 생물 처리 공정에 있어서의 수리학적 체류 시간(HRT)을 구하여, 이 값을 기준 HRT로 하고, 상기 제1 생물 처리 공정에 있어서의 HRT가 상기 기준 HRT의 0.75배 내지 1.5배의 범위가 되도록 상기 제1 생물 처리 공정을 행하는 처리조 내의 수량을 변동시키는 것을 특징으로 한다.

[0029] 제8 측면 및 제9 측면에 있어서, 「기준이 되는 유기성 배수」란, 생물 처리되는 유기성 배수, 즉, 유량, 온도, BOD 농도가 시간 경과에 따라 변동하는 유기성 배수의 기준이 되는 온도, BOD 농도의 유기성 배수를 가리킨다. 이 기준이 되는 온도, BOD 농도란 다음과 같다.

[0030] 기준 온도 : 가온하는 경우도 포함하여 연간 가장 낮은 온도.

[0031] 기준 BOD 농도 : 제1 생물 처리 공정에 유입하는 배수의 최대 BOD 농도.

도면의 간단한 설명

[0032] 도 1은 본 발명의 제1 측면에 따른 유기성 배수의 생물 처리 방법의 실시 형태를 도시한 계통도이다.

도 2는 본 발명의 제2 측면에 따른 유기성 배수의 생물 처리 방법의 다른 실시 형태를 도시한 계통도이다.

도 3은 잉여 오니 처리 공정의 다른 실시 형태를 도시한 계통도이다.

도 4a는 실시예 1에서 이용한 실험 장치를 도시한 계통도이며, 도 4b는 실시예 2에서 이용한 실험 장치를 도시한 계통도이다.

도 5는 실시예 1, 2 및 비교예 1, 2에 있어서의 투입 BOD량과 잉여 오니 발생량의 관계를 도시한 그래프이다.

도 6은 제3 측면에 따른 유기성 배수의 생물 처리 방법의 실시 형태를 도시한 계통도이다.

도 7은 제3 측면에 따른 유기성 배수의 생물 처리 방법의 다른 실시 형태를 도시한 계통도이다.

도 8은 제3 측면에 따른 유기성 배수의 생물 처리 방법의 다른 실시 형태를 도시한 계통도이다.

도 9는 제4 측면에 따른 유기성 배수의 생물 처리 방법의 실시 형태를 도시한 계통도이다.

도 10은 제4 측면에 따른 유기성 배수의 생물 처리 방법의 다른 실시 형태를 도시한 계통도이다.

도 11은 비교예 3, 5에서 이용한 실험 장치를 도시한 계통도이다.

도 12는 비교예 4, 6에서 이용한 실험 장치를 도시한 계통도이다.

도 13은 실시예 3, 6, 7 및 비교예 3, 4에 있어서의 투입 BOD량과 잉여 오니 발생량의 관계를 도시한 그래프이다.

도 14는 제5 측면의 유기성 배수의 생물 처리 방법의 실시 형태를 도시한 계통도이다.

도 15는 제5 측면의 유기성 배수의 생물 처리 방법의 다른 실시 형태를 도시한 계통도이다.

도 16은 실시예 8, 9 및 비교예 5, 6에 있어서의 투입 BOD량과 잉여 오니 발생량의 관계를 도시한 그래프이다.

도 17은 본 발명의 유기성 배수의 생물 처리 방법의 실시 형태를 도시한 계통도이다.

도 18은 실시예 10 및 비교예 8에 있어서 제2 생물 처리조 내의 미소 동물수의 경일(經日) 변화를 도시한 그래프이다.

도 19는 실시예 10 및 비교예 8에 있어서의 오니 전환율의 경일 변화를 도시한 그래프이다.

도 20은 본 발명의 유기성 배수의 생물 처리 방법의 실시 형태를 도시한 계통도이다.

도 21은 본 발명의 유기성 배수의 생물 처리 방법의 다른 실시 형태를 도시한 계통도이다.

도 22는 본 발명의 유기성 배수의 생물 처리 방법의 다른 실시 형태를 도시한 계통도이다.

도 23은 본 발명의 유기성 배수의 생물 처리 방법의 다른 실시 형태를 도시한 계통도이다.

도 24는 실시예 12, 13 및 비교예 9, 10에 있어서의 투입 BOD량과 잉여 오니 발생량의 관계(부하 변동 전)를 도시한 그래프이다.

도 25는 실시예 12, 13 및 비교예 9, 10에 있어서의 투입 BOD량과 잉여 오니 발생량의 관계(부하 변동 후)를 도시한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

본 발명의 바람직한 형태

[제1 측면 및 제2 측면]

유기성 배수의 호기성 처리를 종래의 단조식 활성 오니법에 의해 pH 6 이하의 산성 영역에서 행하면, 균류가 다량으로 발생하여 벌킹(bulking)의 원인이 된다. 그러나 본 발명의 방법과 같이, BOD를 분산 균체로 변환시키는 제1 생물 처리 공정을 pH 6 내지 pH 8의 중성 영역에서 행하고, 오니 감량을 위한 제2 생물 처리 공정 또는 잉여 오니 처리 공정을 pH 5 내지 pH 6의 산성 영역에서 행함으로써, 발생 오니량의 대폭적인 감량이 가능해진다. 이것은 미소 생물이 공존하는 제2 생물 처리 공정 또는 잉여 오니 처리 공정을 pH 5 내지 pH 6으로 함으로써, BOD 처리를 행하는 제1 생물 처리 공정으로부터의 비응집 오니와 응집 오니의 효율적인 포식이 가능해지는 한편, 포식에 관여하는 대부분의 미소 생물의 증식은 pH 5 내지 pH 8의 범위이면 pH에 의한 영향을 받지 않기 때문에, 제2 생물 처리 공정 또는 잉여 오니 처리 공정에 있어서, VSS에 차지하는 미소 생물의 비율을 10% 이상의 고농도로 높일 수 있는 것에 의한다.

제1 측면 및 제2 측면에 의하면, BOD 처리를 위한 제1 생물 처리 공정과 오니 감량을 위한 제2 생물 처리 공정 또는 잉여 오니 처리 공정에 의해 각각의 기능에 따라 환경 조건을 적응화시킴으로써, 양자의 기능을 최대한으로 발휘시키고, 이것에 의해 처리 효율의 향상과 잉여 오니 발생량의 저감을 도모할 수 있다.

제1 측면에 있어서, 제2 생물 처리 공정이 2단 이상의 다단 처리 공정을 포함하고, 제2 생물 처리 공정에 있어서, pH 5 내지 pH 6에서의 생물 처리 후 pH 6 이상에서 생물 처리를 행해도 좋다.

제2 측면에 있어서, 잉여 오니 처리 공정은 생물 처리조의 후단에 고액 분리 수단을 설치하고 고액 분리된 오니를 상기 생물 처리조에 반송하는 오니 반송식 생물 처리 공정이라도 좋으며, 생물 처리조 내에 담체를 첨가한 유동상식 생물 처리 공정이라도 좋다.

제1 측면 및 제2 측면 중 어느 하나에 있어서도, 제2 생물 처리 공정은 생물 처리조의 후단에 고액 분리 수단을 설치하고 고액 분리된 오니를 상기 생물 처리조에 반송하는 오니 반송식 생물 처리 공정, 생물 처리조 내에 담체를 첨가한 유동상식 생물 처리 공정, 막 분리식 생물 처리 공정 중 어느 하나라도 좋으며, 또한 제1 생물 처리 공정을 생물 처리조 내에 담체를 첨가한 유동상식 생물 처리, 또는 2단 이상의 다단 처리에 의해 행하여도 좋다.

제1 측면 및 제2 측면의 유기성 배수의 생물 처리 방법 및 장치에 의하면, 미소 생물의 포식 작용을 이용한 다단 활성 오니법에 있어서, 안정된 처리 수질을 유지한 후에 보다 한층 높은 처리 효율의 향상과 잉여 오니 발생량의 저감을 도모할 수 있다.

- [0041] 이하에 도면을 참조하여 제1 측면 및 제2 측면의 바람직한 형태를 상세하게 설명한다.
- [0042] 도 1은 본 발명의 제1 측면에 따른 유기성 배수의 생물 처리 방법의 한 형태를 도시한 계통도이며, 도 2는 제2 측면에 따른 유기성 배수의 생물 처리 방법의 한 형태를 도시한 계통도이다.
- [0043] 도 1의 방법에서, 원수(原水)(유기성 배수)는 우선 제1 생물 처리조(분산 균조)(1)에 도입되고, 비응집성 세균에 의해 BOD(유기 성분)의 70% 이상, 바람직하게는 80% 이상, 더 바람직하게는 90% 이상이 산화 분해된다. 이 제1 생물 처리조(1)의 pH는 6 이상, 바람직하게는 pH 6 내지 pH 8로 한다. 또한 제1 생물 처리조(1)에의 BOD 용적 부하는 $1 \text{ kg/m}^3/\text{d}$ 이상, 예컨대 $1 \text{ kg/m}^3/\text{d}$ 내지 $20 \text{ kg/m}^3/\text{d}$ 이고, HRT(원수 체류 시간)는 24시간 이하, 예컨대 0.5시간 내지 24시간으로 함으로써, 비응집성 세균이 우점화된 처리수를 얻을 수 있으며, 또한 HRT를 짧게 함으로써 BOD 농도가 낮은 배수를 고부하로 처리할 수 있어 바람직하다. 또한 담체를 첨가함으로써, 고부하, 체류 시간의 단축이 가능해진다.
- [0044] 제1 생물 처리조(1)의 처리수는 pH 5 내지 pH 6, 바람직하게는 pH 5 내지 pH 5.5의 범위로 제어된 제2 생물 처리조(미소 생물조)(2)에 도입되고, 여기서 잔존하고 있는 유기 성분의 산화 분해, 비응집성 세균의 자기 분해 및 미소 생물에 의한 포식에 의한 오니의 감량화가 행해진다.
- [0045] 도 1의 방법에 있어서, 제2 생물 처리조(2)를 다단화하고, 2조 이상의 생물 처리조를 직렬로 설치하며, 전단측의 생물 처리조에서 pH 5 내지 pH 6, 바람직하게는 pH 5 내지 pH 5.5의 조건 하에 처리를 행하고, 후단측의 생물 처리조에서 pH 6 이상, 바람직하게는 pH 6 내지 pH 8의 조건 하에 처리를 행하도록 하여도 좋으며, 이러한 다단 처리에 의해 전단측의 생물 처리조에서 오니의 포식을 효과적으로 행하고, 후단측의 생물 처리조에서 오니의 고액 분리성의 향상, 처리수 수질의 향상을 도모할 수 있다.
- [0046] 제2 생물 처리조(2)의 처리수는 침전조(3)에서 고액 분리되고, 분리수는 처리수로서 계 밖으로 배출된다. 또한 분리 오니의 일부는 잉여 오니로서 계 밖으로 배출되고, 잔부는 제1 생물 처리조(1) 및 제2 생물 처리조(2)에 반송된다. 또한 이 오니 반송은 각 생물 처리조에 있어서 오니량을 유지하기 위해 행해지는 것인데, 예컨대 제1 생물 처리조(1) 및/또는 제2 생물 처리조(2)를 후술하는 바와 같이 담체를 첨가한 유동상식으로 하는 경우, 오니 반송이 불필요한 경우도 있다. 또한 제1 생물 처리조(1)의 BOD 용적 부하가 낮은 경우의 오니 반송은 제2 생물 처리조(2)만으로 하여도 좋다.
- [0047] 도 2의 방법에서, 원수(유기성 배수)는 pH 6 이상, 바람직하게는 pH 6 내지 pH 8로 제어된 제1 생물 처리조(1) 및 제2 생물 처리조(2)에 함께 순차 도입되고, 도 1의 방법과 동일하게 제1 생물 처리조(1)에서 비응집성 세균에 의해 유기 성분의 70% 이상, 바람직하게는 80% 이상, 더 바람직하게는 90% 이상이 산화 분해되며, 계속해서 제2 생물 처리조(2)에서 잔존하고 있는 유기 성분의 산화 분해, 비응집성 세균의 자기 분해 및 미소 생물에 의한 포식에 의해 오니의 감량화가 행해진다. 제2 생물 처리조(2)의 처리수는 침전조(3)에서 고액 분리되고, 분리수가 처리수로서 계 밖으로 배출된다. 이 제2 생물 처리조(2)로부터 생성되는 발생 오니 중 적어도 일부[도 2에서는, 제2 생물 처리조(2)의 처리수가 도입되는 침전조(3)의 분리 오니의 일부]가 pH 5 내지 pH 6, 바람직하게는 pH 5 내지 pH 5.5의 범위로 제어된 잉여 오니 처리조(4)에 공급되고, 여기서 호기성 소화에 의해 분해된다. 이 잉여 오니 처리조(4)의 처리 오니는 제1 생물 처리조(1) 및/또는 제2 생물 처리조(2)에 반송된다. 또한 도 2에서, 침전조(3)의 분리 오니의 잔부 중 일부는 잉여 오니로서 계 밖으로 배출되고, 잔부가 제2 생물 처리조(2)에 반송된다.
- [0048] 침전조(3)의 분리 오니 중 잉여 오니 처리조(4)에 공급하는 오니량과 제2 생물 처리조(2)에 반송하는 오니량의 비율은 후술하는 적합한 잉여 오니 처리조 체류 시간을 유지할 수 있도록 발생 오니량에 따라 적절하게 설정된다. 또한 잉여 오니 처리조(4)의 처리 오니 중 제1, 제2 생물 처리조(1, 2)에 반송하는 오니량의 비율 혹은 어느 쪽의 생물 처리조에 반송할지는 각 생물 처리조의 오니 유지량을 유지할 수 있도록 적절하게 설정된다.
- [0049] 이 잉여 오니 처리조(4)에는 장치 운전의 초기 단계에서나 또는 발생 오니량이 높은 경우에 발생 오니의 전량으로부터 반량을 투입하도록 하여도 좋다. 이 잉여 오니 처리조(4)는 오니 감량 효과뿐 아니라, 제2 생물 처리조(2)에 미소 생물을 공급하는 효과도 갖는다.
- [0050] 잉여 오니 처리조(4)의 오니 체류 시간은 6시간 이상, 바람직하게는 12시간 이상, 예컨대 12시간 내지 240시간이지만, 예컨대, 도 3에 도시한 바와 같이, 침전조(4B)를 설치하여 잉여 오니 처리조(4A)에 오니 반송을 행하는 호기 처리법 혹은 담체를 첨가한 유동상 또는 막 분리식 호기 처리법으로 함으로써 오니 체류 시간을 더 높이는 것이 가능해진다. 잉여 오니 처리조(4)의 담체로서는 제1 생물 처리조의 담체로서 후술하는 것을 이용할 수 있다.

- [0051] 도 1 및 도 2 중 어느 방법에 있어서도, 제2 생물 처리조(2)에 도입되는 제1 생물 처리조(1)의 처리수 중에 유기물이 다량으로 잔존하는 경우, 그 산화 분해는 제2 생물 처리조(2)에서 행해지게 된다. 미소 생물이 다량으로 존재하는 제2 생물 처리조(2)에서 세균에 의한 유기물의 산화 분해가 발생하면, 미소 생물의 포식으로부터 달아나기 위한 대책으로서 포식되기 어려운 형태로 증식하는 것이 알려져 있으며, 이와 같이 증식한 세균군은 미소 생물에 의해 포식되지 않고, 이들의 분해가 자기 소화에만 의지하게 되어, 오니 발생량 저감의 효과가 저하되어 버린다. 또한 본 발명의 방법에서는, 제2 생물 처리조(2) 또는 잉여 오니 처리조(4)를 산성 영역으로 설정하고 있으며, 유기물이 다량으로 잔존하는 경우, 그 유기물을 이용하여 균류 등이 증식하게 되어 별킹의 원인이 된다.
- [0052] 여기서 먼저 설명한 바와 같이 제1 생물 처리조(1)에서는 유기물의 대부분, 즉 원수 BOD의 70% 이상, 바람직하게는 80% 이상, 보다 바람직하게는 90% 이상을 분해하고, 균체로 변환시켜 둘 필요가 있다. 따라서, 제2 생물 처리조(2)에의 용해성 BOD에 의한 오니 부하로 나타내면 0.5 kg-BOD/kg-MLSS/d 이하, 예컨대 0.01 kg-BOD/kg-MLSS/d 내지 0.1 kg-BOD/kg-MLSS/d로 운전하는 것이 바람직하다.
- [0053] 도 1 및 도 2의 방법은 제1 측면 및 제2 측면의 일례를 도시한 것이며, 제1 측면 및 제2 측면은 그 요지를 초과하지 않는 한, 하등 도시한 방법에 한정되지 않는다.
- [0054] 예컨대, 제1 생물 처리조는 고부하 처리를 위해, 후단의 침전조 분리 오니의 일부를 반송하는 것 외에, 담체를 첨가한 유동상 방식으로 하거나, 2조 이상의 생물 처리조를 직렬로 설치하여 다단 처리를 행하여도 좋다. 특히, 담체의 첨가에 의해, BOD 용적 부하 5 kg/m³/d 이상의 고부하 처리도 가능해져 바람직하다. 이 경우, 첨가하는 담체의 형상은 구형, 펠릿형, 중공 통 형상, 실 형상 등 임의이며, 크기도 0.1 mm 내지 10 mm 정도의 직경이라도 좋다. 담체의 재료는 천연 소재, 무기 소재, 고분자 소재 등 임의이며, 겔형 물질을 이용하여도 좋다.
- [0055] 제2 생물 처리조(2)에서는 세균에 비해 증식 속도가 느린 미소 생물의 활동과 세균의 자기 분해를 이용하기 때문에, 미소 생물과 세균이 계 내에 머무르는 운전 조건 및 처리 장치를 채용하는 것이 중요하며, 이를 위해 제2 생물 처리조는 도 1 및 도 2에 도시한 바와 같이, 오니의 반송을 행하는 오니 반송식 생물 처리를 행하는 것 외에, 후술한 실시예와 같이 조 내에 분리막을 침지하여 막 분리식 활성 오니 처리를 행하는 것도 바람직하다.
- [0056] 폭기조 내에 담체를 첨가함으로써 미소 생물의 조 내 유지량을 높일 수 있다. 이 경우의 담체로서는 제1 생물 처리조에 첨가하는 담체로서 전술한 것과 동일한 것을 이용할 수 있다.
- [0057] **제1 측면 및 제2 측면의 실시예 및 비교예**
- [0058] 이하에 실시예 및 비교예를 들어 제1 측면 및 제2 측면을 보다 구체적으로 설명한다.
- [0059] **실시예 1**
- [0060] 도 4a에 도시한 바와 같이, 제1 생물 처리조(11)로서 용량이 3.6 L인 활성 오니조(오니 반송 없음), 및 제2 생물 처리조(12)로서 용량이 15 L인 침지막식 활성 오니조를 연결시킨 실험 장치를 이용하여, 유기성 배수(BOD 630 mg/L)의 처리를 행하였다. 제2 생물 처리조(12)에는 침지막(12a)이 설치되어 있으며, 상기 침지막(12a)의 투과물이 처리수로서 취출된다.
- [0061] 제1 생물 처리조(11)의 pH는 6.8로, 제2 생물 처리조(12)의 pH는 5.0으로 각각 조정하였다.
- [0062] 실험 개시 4개월 후의 결과를 표 1에 나타낸다. 또한 투입 BOD에 대한 잉여 오니 발생량(오니 전환율)을 도 5에 도시한다.
- [0063] 본 실시예에서, 제1 생물 처리조(11)에 대한 용해성 BOD 용적 부하는 3.5 kg-BOD/m³/d, HRT는 4시간, 제2 생물 처리조(12)의 용해성 BOD 오니 부하는 0.022 kg-BOD/kg-MLSS/d, HRT는 17시간, 전체에서의 BOD 용적 부하는 0.75 kg-BOD/m³/d, HRT는 21시간의 조건 하에 운전한 바, 오니 전환율은 0.1 kg-MLSS/kg-BOD가 되었지만, 처리수 BOD는 검출 한계 이하였다.
- [0064] **실시예 2**
- [0065] 도 4b에 도시한 바와 같이, 제1 생물 처리조(11)로서 용량이 3.6 L인 활성 오니조(오니 반송 없음), 제2 생물 처리조(12)로서 용량이 15 L인 침지막식 활성 오니조, 및 용량이 1 L인 잉여 오니 처리조(13)를 연결시킨 실험 장치를 이용하여, 유기성 배수(BOD 630 mg/L)의 처리를 행하였다. 도 4a와 동일하게 제2 생물 처리조(12)에는 침지막(12a)이 설치되어 있으며, 상기 침지막(12a)의 투과수가 처리수로서 취출된다.

[0066] 제1 생물 처리조(11) 및 제2 생물 처리조(12)의 pH는 모두 6.8로 조정하고, 잉여 오니 처리조(13)의 pH는 5.0으로 조정하였다. 제2 생물 처리조(12)로부터는 조 내 오니를 0.5 L/d의 비율로 방출하여 잉여 오니 처리조(13)에 도입하고, 이 잉여 오니 처리조(13)로부터는 조 내 오니를 0.5 L/d로 방출하여, 이것을 제2 생물 처리조(12)에 반송하였다. 잉여 오니 처리조(13)의 체류 시간은 $SRT=HRT=10$ 일로 하였다.

[0067] 실험 개시 4개월 후의 결과를 표 1에 나타낸다. 또한 투입 BOD에 대한 잉여 오니 발생량(오니 전환율)을 도 5에 나타낸다.

[0068] 본 실시예에서, 제1 생물 처리조(11)에 대한 용해성 BOD 용적 부하는 $3.85 \text{ kg-BOD/m}^3/\text{d}$, HRT는 4시간, 제2 생물 처리조(12)의 용해성 BOD 오니 부하는 $0.022 \text{ kg-BOD/kg-MLSS/d}$, HRT는 17시간, 전체에서의 BOD 용적 부하는 $0.75 \text{ kg-BOD/m}^3/\text{d}$, HRT는 21시간의 조건 하에 운전한 바, 오니 전환율은 $0.11 \text{ kg-MLSS/kg-BOD}$ 가 되고, 처리수 BOD는 검출 한계 이하였다.

[0069] 비교예 1

[0070] 실시예 1에 있어서, 제1 생물 처리조를 생략하고, 제2 생물 처리조의 15 L 용량의 침지막식 활성 오니조만으로 이루어진 실험 장치를 이용하여 유기성 배수(BOD 630 mg/L)의 처리를 행하였다. 실험 개시 4개월 후의 결과를 표 1에 나타낸다. 또한 투입 BOD에 대한 잉여 오니 발생량(오니 전환율)을 도 5에 나타낸다.

[0071] 본 비교예에서, 용해성 BOD 용적 부하는 $0.76 \text{ kg-BOD/m}^3/\text{d}$, HRT는 20시간의 조건 하에 운전한 바, 표 1에 나타나 있는 바와 같이 처리수 수질은 양호하였지만, 오니 전환율은 $0.40 \text{ kg-MLSS/kg-BOD}$ 가 되었다.

[0072] 비교예 2

[0073] 실시예 1에 있어서, 제1 생물 처리조도 제2 생물 처리조도 모두 pH 6.8로 조정한 것 외에는 동일하게 유기성 배수(BOD 630 mg/L)의 처리를 행하였다. 실험 개시 4개월 후의 결과를 표 1에 나타낸다. 또한 투입 BOD에 대한 잉여 오니 발생량(오니 전환율)을 도 5에 도시한다.

[0074] 본 비교예에서, 제1 생물 처리조(11)에 대한 용해성 BOD 용적 부하는 $3.85 \text{ kg-BOD/m}^3/\text{d}$, HRT는 4시간, 제2 생물 처리조(12)의 용해성 BOD 오니 부하는 $0.022 \text{ kg-BOD/kg-MLSS/d}$, HRT는 17시간, 전체에서의 BOD 용적 부하는 $0.75 \text{ kg-BOD/m}^3/\text{d}$, HRT는 21시간의 조건 하에 운전한 바, 표 1에 있는 바와 같이 처리수 수질은 양호하였지만, 오니 전환율은 $0.2 \text{ kg-MLSS/kg-BOD}$ 가 되었다.

표 1

예	원수		제1 생물 처리조		제2 생물 처리조		
	BOD (mg/L)	유량 (L/d)	BOD 용적부하 ($\text{kg-BOD/m}^3/\text{d}$)	처리수 BOD (mg/L)	미소생물 비율 (%-VSS)	MLSS (mg/L)	처리수 BOD (mg/L)
실시예 1	630	22	3.85	73	60	4,000	검출한계이하
실시예 2	630	22	3.85	72	55	5,000	검출한계이하
비교예 1	630	18	-	-	5	4,500	검출한계이하
비교예 2	630	22	3.85	74	25	5,000	검출한계이하

[0076] 실시예 1, 2 및 비교예 1, 2의 결과로부터 다음을 알 수 있다.

[0077] 비교예 1은 종래의 활성 오니법, 비교예 2는 산성 영역에서의 생물 처리 공정을 추가하지 않은 다단 생물 처리법에 의한 처리를 실시한 것이다. 종래의 활성 오니법(비교예 1)에서는, 오니 전환율은 $0.40 \text{ kg-MLSS/kg-BOD}$ 로 되어 있었지만, 비교예 2와 같이 다단 생물 처리를 도입함으로써 오니 전환율은 $0.20 \text{ kg-MLSS/kg-BOD}$ 가 되며, 오니 발생량을 1/2로 저감할 수 있었다. 이 오니 감량 효과는 지금까지 보고되어 있는 다단 생물 처리법과 동일한 정도의 효과이다.

[0078] 한편, 본 발명과 같이 산성 영역에서의 생물 처리 공정을 도입한 실시예 1, 2에서는, 오니 전환율이 모두 $0.10 \text{ kg-MLSS/kg-BOD}$, $0.11 \text{ kg-MLSS/kg-BOD}$ 로 되어 있으며, 종래법에 비하여 발생 오니량을 1/4로, 또한 종래의 다단 생물 처리법에 비해서 1/2로 저감할 수 있었다.

[0079] [제3 측면 및 제4 측면]

- [0080] 제3 측면에서는, 유기물 제거를 행하는 제1 생물 처리 공정(분산 균조)으로부터 분산균의 포식을 행하는 제2 생물 처리 공정(미소 동물조)으로부터의 오니를 혐기 조건 하에서 혐기성 세균의 동작에 의해 가용화, 유기 산화, 변성시켜 재차 분산균화 및/또는 미소 동물에게 포식에 제공함으로써, 처리 효율이 향상되고 잉여 오니 발생량이 저감된다.
- [0081] 제4 측면에서는, 이 혐기 처리 공정에 앞서 호기 처리 공정을 경유함으로써, 오니 중에 차지하는 미소 동물의 비율이 높아지며, 후단의 혐기 처리 공정에서 오니가 가용화된다.
- [0082] 따라서, 제3 측면 및 제4 측면의 유기성 배수의 생물 처리 방법에 의하면, 미소 동물의 포식 작용을 이용한 다단 활성 오니법에 있어서, 안정된 처리 수질을 유지한 후에 보다 한층 높은 처리 효율의 향상과 잉여 오니 발생량의 저감을 도모할 수 있다.
- [0083] 이하에 도면을 참조하여 제3 측면 및 제4 측면의 바람직한 형태를 상세하게 설명한다.
- [0084] 도 6 내지 도 8은 본 발명의 제3 측면에 따른 유기성 배수의 생물 처리 방법 및 장치의 실시 형태를 도시한 계통도이며, 도 9 및 도 10은 제4 측면에 따른 유기성 배수의 생물 처리 방법의 실시 형태를 도시한 계통도이다. 도 6 내지 도 10에 있어서, 동일 기능을 발휘하는 부재에는 동일 부호를 붙인다.
- [0085] 도 6의 방법 및 장치에서, 원수(유기성 배수)는 우선 제1 생물 처리조(분산 균조)(1)에 도입되고, 비응집성 세균에 의해 BOD(유기 성분)의 70% 이상, 바람직하게는 80% 이상, 더 바람직하게는 90% 이상이 산화 분해된다. 이 제1 생물 처리조(1)의 pH는 6 이상, 바람직하게는 pH 6 내지 pH 8로 한다. 또한 제1 생물 처리조(1)에의 BOD 용적 부하는 $1 \text{ kg/m}^3/\text{d}$ 이상, 예컨대 $1 \text{ kg/m}^3/\text{d}$ 내지 $20 \text{ kg/m}^3/\text{d}$, HRT(원수 체류 시간)은 24시간 이하, 예컨대 0.5시간 내지 24시간으로 함으로써 비응집성 세균이 우점화된 처리수를 얻을 수 있고, 또한 HRT를 짧게 함으로써 BOD 농도가 낮은 배수를 고부하로 처리할 수 있어 바람직하다. 또한 담체를 첨가함으로써, 고부하, 체류 시간의 단축이 가능해진다.
- [0086] 제1 생물 처리조(1)의 처리수는 pH 6 이상, 바람직하게는 pH 6 내지 pH 8의 범위로 제어된 제2 생물 처리조(미소 동물조)(2)에 도입되고, 여기서 잔존하고 있는 유기성분의 산화 분해, 비응집성 세균의 자기 분해 및 미소 동물에 의한 포식에 의한 오니의 감량화가 행해진다.
- [0087] 이 제2 생물 처리조(2)에서는 세균에 비해 증식 속도가 느린 미소 동물의 활동과 세균의 자기 분해를 이용하기 때문에, 미소 동물과 세균이 계 내에 머무르는 운전 조건 및 처리 장치를 이용해야 한다. 그래서 제2 생물 처리조(2)에는 오니 반송을 행하는 활성 오니법 또는 막 분리식 활성 오니법을 이용하는 것이 바람직하다. 더 바람직하게는 폭기조 내에 담체를 첨가함으로써 미소 동물의 조 내 유지량을 높일 수 있다.
- [0088] 또한 도 7에 도시한 바와 같이, 도 6의 방법에 있어서, 제2 생물 처리조(2)를 다단화하고, 2조 이상의 생물 처리조(2A, 2B)를 직렬로 설치하고, 전단 처리조(2A)에서 pH 5 내지 pH 6, 바람직하게는 pH 5 내지 pH 5.5의 조건 하에 처리를 행하고, 후단 처리조(2B)에서 pH 6 이상, 바람직하게는 pH 6 내지 pH 8의 조건 하에 처리를 행하도록 하여도 좋으며, 이러한 다단 처리에 의해 전단 처리조(2A)에서 오니의 포식을 효과적으로 행하고, 후단 처리조(2B)에서 오니의 고액 분리성의 향상 및 처리수 수질의 향상을 도모할 수 있다. 도 7의 방법은, 도 6에 있어서, 제2 생물 처리조(2)를 다단화한 점만이 다르며, 기타는 동일한 구성으로 되어 있다. 또한 제2 생물 처리조(2)에서의 오니 발생량을 감소시키기 위해, 도 7과 같이 칸막이를 만들지 않고 도 6과 같은 단조로 제2 생물 처리조(2)의 pH를 6 이하로 설정하여도 좋지만, 이 경우에는 처리수를 방류하기 전에 중화가 필요하다.
- [0089] 제2 생물 처리조(2)의 처리수는 침전조(3)에서 고액 분리되고, 분리수는 처리수로서 계 밖으로 배출된다. 또한 분리 오니의 일부는 잉여 오니로서 계 밖으로 배출되며, 일부는 제2 생물 처리조(2)에 반송되고, 잔부는 혐기성 소화조(24)에 송급된다. 분리 오니의 제2 생물 처리조(2)와 혐기성 소화조(24)에의 오니 반송 비율은 이하의 혐기성 소화조(24)에서의 오니 체류 시간을 유지할 수 있으면 좋고, 발생 오니량에 맞추어 임의로 변화시킬 수도 있다.
- [0090] 제3 측면에서는 미소 동물이 분산균의 포식을 행하고 있는 제2 생물 처리조(2) 내의 오니, 또는 이것을 고액 분리하여 얻어지는 오니 중 적어도 일부를 혐기성 소화조(24)에 도입하여, 혐기 조건 하에서 오니의 가용화, 저급 유기산이나 저급 알코올에의 유기 산화 내지 변성을 행한다. 따라서, 혐기성 소화조(24)에는 침전조(3)의 분리 오니가 아니라, 제2 생물 처리조(2)로부터 방출된 오니를 도입하여도 좋다.
- [0091] 제2 생물 처리조(2) 내 오니는 미소 동물이 차지하는 비율이 높고, 적어도 SS의 5% 이상, 운전 조건에 의해서는 30% 이상을 차지하고 있다. 미소 동물은 세균에 비해 혐기 조건 하에서 용이하게 사멸되고 가용화되어, 산 생성

세균에 의해 유기 산화되기 때문에, 혐기성 소화조(24)에서의 오니 체류 시간(SRT)은 0.5일 이상, 예컨대 0.5일 내지 5일이면 충분하다. 또한 혐기성 소화조(24)에서 생성된 유기산이나 알코올이 메탄 생성 세균의 동작에 의해 메탄으로 변환되는 것을 막기 위해, 혐기성 소화조(24)에서는 pH를 6.0 이하, 바람직하게는 5.5 이하, 예컨대 5 내지 5.5로 하거나, 온도를 30℃ 이하, 바람직하게는 25℃ 이하, 예컨대 20℃ 내지 25℃로 설정하는 것이 바람직하다. 단, 유기산이나 알코올로 변환된 유기물을 메탄으로 변환시키고, 에너지로서 회수 또는 처분하는 경우는, 혐기성 소화조(24)를 pH 6.0 이상, 또는 온도 30℃ 이상으로 하여도 좋다. 이 혐기성 소화조(24)에서의 혐기성 소화에 의해, 제2 생물 처리조(2) 중 미소 동물이나 포식되지 않고 잔존하고 있었던 세균은 유기산이나 알코올로 변환된다. 또한 그 밖의 SS 분인 미소 동물의 분이나 사체, 세균 등, 제2 생물 처리조(2)에서 감량되지 않는 성분도 이 혐기성 소화조(24)에서 변성 내지 세분화되며, 또한 혐기성 세균의 군체로 변환되기 때문에, 미소 동물에 의해 포식 가능한 것이 된다.

[0092] 도 6 및 도 7에서는, 이 혐기성 소화조(24)의 처리물을 그대로 제1 생물 처리조(1) 및/또는 제2 생물 처리조(2)에 반송한다.

[0093] 이 혐기성 소화조(24)의 처리물은, 도 8에 도시한 바와 같이, 농축기 또는 탈수기 등의 고액 분리 장치(25)에 의해 고액 분리하고, 유기산이나 알코올을 함유하는 분리수(혐기 처리수)를 제1 생물 처리조(1)에 반송하여 재차 분산균으로 변환시키고, 고형분(오니)을 제2 생물 처리조(2)에 반송하여 미소 동물에게 포식되도록 하여도 좋으며, 이것에 의해 오니의 한층 높은 감량화가 가능해진다. 이 경우, 잉여 오니의 방출은 침전조(3)로부터 행하여도 좋지만, 혐기성 소화조(24) 후단의 고액 분리 장치(25)로부터 행하여도 좋다. 또한 이 고액 분리 장치(25)에 의해 고액 분리된 고형분을 전부 제2 생물 처리조(2)에 반송하지 않고, 재차 혐기성 소화조(24)에 복귀 시킴으로써, 혐기성 소화조(24)에서 고농도 혐기성 소화가 가능해지며, SRT를 길게 하여 가용화를 촉진할 수 있다. 또한 농축기와 같은 고액 분리 장치를 설치하지 않고, 혐기성 소화조(24) 내에 침지막을 설치하거나 혹은 담체를 첨가함으로써, 고액 분리 또는 고농도 소화를 행할 수도 있다.

[0094] 도 9에 도시한 방법은 혐기성 소화조(24)의 전단에 호기성 소화조(26)를 설치한 점이 도 6에 도시한 방법과 다르며, 제1 생물 처리조(1), 제2 생물 처리조(2), 침전조(3) 및 혐기성 소화조(24)에 있어서의 처리는 동일하게 행해진다.

[0095] 제4 측면에서는, 제2 생물 처리조(2) 내의 오니 또는 이것을 고액 분리하여 얻어지는 오니 중 적어도 일부를 호기성 소화조(26)에 도입하고, pH 6 이하, 바람직하게는 pH 5 내지 pH 5.5의 조건 하에 호기성 소화를 행하며, 처리 오니 및 처리수 중 적어도 일부를 혐기성 소화조(24)에 송급하여 혐기 조건 하에서 가용화, 유기 산화 내지 변성시킨다. 이 경우에 있어서도 분리 오니의 호기성 소화조(26) 및 제2 생물 처리조(2)에의 반송 오니 비율은 이하에 도시하는 호기성 소화조(26)에서의 오니 체류 시간을 유지할 수 있으면, 발생 오니량에 맞추어 임의로 변화시킬 수 있다.

[0096] 도 9에 있어서, 호기성 소화조(26)는 오니 감량 효과뿐 아니라, 이 호기성 소화조(26)를 경유함으로써, 오니에 차지하는 미소 동물 비율이 더 높아지게 되며, 후단의 혐기성 소화조(24)에서의 오니의 가용화가 용이해지는 점에서 우수하다. 호기성 소화조(26)의 오니 체류 시간은 12시간 이상, 바람직하게는 24시간 이상, 예컨대 24시간 내지 240시간이지만, 고액 분리 장치를 설치하여 오니 반송을 행하는 호기 처리법 또는 담체를 첨가한 유동상 또는 막 분리식 호기 처리법으로 함으로써 오니 체류 시간을 더 높이는 것이 가능해진다. 호기성 소화조(26)로부터 오니의 일부를 혐기성 소화조(24)를 경유하지 않고 직접 제2 생물 처리조(2)에 반송하여도 좋고, 이것에 의해 제2 생물 처리조(2)의 미소 동물의 보충에도 도움이 된다.

[0097] 도 10에 도시한 방법은 도 9의 방법에 있어서, 도 8에 도시한 바와 같이, 혐기성 소화조(24)의 후단에 고액 분리 장치(25)를 설치한 점이 다르며, 도 8과 마찬가지로 혐기성 소화조(24) 처리물의 고액 분리, 분리수 및 분리 오니의 반송이 행해진다. 여기서, 고액 분리 장치(25)의 분리 오니는 호기성 소화조(26)에 더 반송하여도 좋다.

[0098] 도 6 내지 도 10의 방법은 제3 측면 및 제4 측면의 일례를 도시한 것이며, 제3 측면 및 제4 측면은 그 요지를 초과하지 않는 한, 하등 도시한 방법에 한정되는 것은 아니다.

[0099] 예컨대, 제1 생물 처리조는 고부하 처리를 위해 후단 침전조의 분리 오니의 일부를 반송하는 것 외에, 담체를 첨가한 유동상 방식으로 하거나, 2조 이상의 생물 처리조를 직렬로 설치하여 다단 처리를 행하여도 좋다. 특히, 담체의 첨가에 의해 BOD 용적 부하 5 kg/m³/d 이상의 고부하 처리도 가능해지며, 바람직하다. 이 경우, 첨가하는 담체의 형상은 구형, 펠릿형, 중공 통 형상, 실 형상 등 임의이며, 크기도 0.1 mm 내지 10 mm 정도의 직경도 좋다. 또한 담체의 재료는 천연 소재, 무기 소재, 고분자 소재 등 임의이며, 겔형 물질을 이용하여도 좋다. 또

한 제2 생물 처리조(2)에서는 세균에 비해 증식 속도가 느린 미소 동물의 활동과 세균의 자기 분해를 이용하기 때문에, 미소 동물과 세균이 계 내에 머무르는 운전 조건 및 처리 장치를 채용하는 것이 중요하고, 이를 위해 제2 생물 처리조는 도 6 내지 도 10에 도시한 바와 같이, 오니의 반송을 행하는 오니 반송식 생물 처리를 행하는 것 외에, 조 내에 분리막을 침지하여 막 분리식 활성 오니 처리를 행하는 것도 바람직하다. 더 바람직하게는, 폭기조 내에 담체를 첨가함으로써 미소 동물의 조 내 유지량을 높일 수 있다. 이 경우의 담체로서는 제1 생물 처리조에 첨가하는 담체로서 전술한 것과 동일한 것을 이용할 수 있다.

[0100] 배수 처리에서는, 생물 처리 유래의 오니 이외에도 최초 침전지나 가압 부상조 등으로부터도 오니가 발생한다. 이들을 혐기 처리한 경우, 생물 처리 유래의 오니에 비하여 분해하기 쉽기 때문에 50% 이상의 가용화, 유기산으로의 변환이 가능하다. 또한 가용화하지 않는 성분도 세분화되어 있으며, 미소 동물에 의한 포식이 가능하다. 따라서, 제3 측면 및 제4 측면에 있어서는, 제2 생물 처리조의 오니가 도입되는 혐기 처리 공정(혐기성 소화조)에 초심 오니나 가압 부상 오니를 더하고, 가용화하지 않는 SS 분을 미소 동물에게 포식시킴으로써 공장 전체로부터 배출되는 잉여 오니량을 저감하는 것도 가능해진다.

[0101] 제3 측면 및 제4 측면의 실시예 및 비교예

[0102] 이하에 실시예 및 비교예를 들어 제3 측면 및 제4 측면을 보다 구체적으로 설명한다.

[0103] 실시예 3

[0104] 도 6에 도시한 바와 같이, 용량이 3.6 L인 제1 생물 처리조[활성 오니조(오니 반송 없음)](1), 용량이 15 L인 제2 생물 처리조(활성 오니조)(2) 및 침전 조(3), 및 용량이 1 L인 혐기성 소화조(24)를 연결시킨 실험 장치를 이용하여, 본 발명에 의한 유기성 배수(BOD 630 mg/L)의 처리를 행하였다. 제1 생물 처리조(1)의 pH는 6.8, 제2 생물 처리조(2)의 pH는 6.8, 혐기성 소화조(24)의 pH는 6.0으로 각각 조정하였다. 제1 생물 처리조(1)에 대한 용해성 BOD 용적 부하는 3.85 kg-BOD/m³/d, HRT는 4시간, 제2 생물 처리조(2)에의 용해성 BOD 오니 부하는 0.022 kg-BOD/kg-MLSS/d, HRT는 17시간, 전체에서의 BOD 용적 부하는 0.75 kg-BOD/m³/d, HRT는 21시간의 조건 하에 운전하였다.

[0105] 제2 생물 처리조(2) 내의 SS는 5,000 mg/L이며, 침전조(3)로부터의 방출 오니는 10,000 mg/L로 농축되었다. 이 농축 오니를 250 ml/d의 비율로 방출하고, 혐기성 소화조(24)에 첨가하였다. 또한 250 ml/d를 잉여 오니로서 계 밖으로 배출하고, 나머지 모든 오니를 제2 생물 처리조(2)에 반송하였다. 혐기성 소화조(24)의 HRT 및 SRT는 4일로 설정하고, 혐기성 소화조(24)의 처리 오니는 제2 생물 처리조(2)에 반송하였다.

[0106] 이 조건 하에 4개월 간 연속 운전한 바, 혐기성 소화조(24)의 처리수 중의 용해성 BOD 농도는 4,000 mg-BOD/L일 때 초산이 55%, 프로피온산이 40%를 차지하고 있었다. 제2 생물 처리조(2)로부터 방출된 오니량으로부터 산출한 오니 전환율은 0.12 kg-MLSS/kg-BOD가 되었다.

[0107] 실시예 4

[0108] 도 7에 도시한 바와 같이, 제2 생물 처리조(2)를 용량이 5 L인 전단 처리조(2A)와, 용량이 10 L인 후단 처리조(2B)로 이루어진 2단 활성 오니조(5 L+10 L)로 한 것 외에는, 실시예 3과 동일한 실험 장치를 이용하여 실시예 3과 동일하게 유기성 배수(BOD 630 mg/L)의 처리를 행하였다. 또한 전단 처리조의 pH는 5.0, 후단 처리조의 pH는 6.8로 조정하였다. 그 밖의 조건은 실시예 3과 동일하다.

[0109] 제2 생물 처리조(2) 내의 SS는 5,000 mg/L이며, 침전조(3)로부터의 방출 오니는 10,000 mg/L로 농축되었다. 이 농축 오니 내 250 ml/d를 방출하고, 혐기성 소화조(24)에 첨가하였다. 또한 208 ml/d를 잉여 오니로서 계 밖으로 배출하고, 나머지 모든 오니를 제2 생물 처리조(2)에 반송하였다. 혐기성 소화조(24)의 HRT 및 SRT는 4일로 설정하고, 혐기성 소화조(24)의 처리 오니는 제2 생물 처리조(2)에 반송하였다.

[0110] 이 조건 하에 4개월 간 연속 운전한 바, 혐기성 소화조(24)의 처리수 중 용해성 BOD 농도가 6,500 mg-BOD/L일 때 초산이 55%, 프로피온산이 35%를 차지하였다. 제2 생물 처리조(2)로부터 방출된 오니량으로부터 산출한 오니 전환율은 0.10 kg-MLSS/kg-BOD가 되었다.

[0111] 실시예 5

[0112] 도 9에 도시한 바와 같이, 혐기성 소화조(24)의 전단에 용량이 2 L인 호기성 소화조(26)를 설치한 것 외에는 실시예 3과 동일한 실험 장치를 이용하여 실시예 3과 동일하게 유기성 배수(BOD 630 mg/L)의 처리를 행하였다. 또한 호기성 처리조의 pH는 5.0으로 조정하였다. 그 밖의 조건은 실시예 3과 동일하다.

- [0113] 제2 생물 처리조(2) 내의 SS는 5,000 mg/L이며, 침전조(3)로부터의 방출 오니는 10,000 mg/L로 농축되었다. 이 농축 오니의 250 ml/d를 호기성 소화조(26)에 첨가하고, 동량을 호기성 소화조(26)로부터 방출하여 혐기성 소화조(24)에 첨가하고, 나머지 모든 농축 오니를 제2 생물 처리조(2)에 반송하였다. 호기성 소화조(26)의 HRT 및 SRT는 8일로 하였다. 또한 혐기성 소화조(24)의 HRT 및 SRT는 4일로 하고, 혐기성 소화조(24)의 처리 오니는 제2 생물 처리조(2)에 반송하였다.
- [0114] 이 조건 하에 4개월 간 연속 운전한 바, 혐기성 소화조(24)의 처리수 중 용해성 BOD 농도가 6,500 mg-BOD/L일 때 초산이 55%, 프로피온산이 35%를 차지하였다. 제2 생물 처리조(2)로부터 방출된 오니량(185 ml/d)으로부터 산출한 오니 전환율은 0.09 kg-MLSS/kg-BOD가 되었다.
- [0115] **실시예 6**
- [0116] 도 8에 도시한 바와 같이, 혐기성 소화조(24)의 후단에 고액 분리 장치(25)를 설치한 것 외에는 실시예 3과 동일한 실험 장치를 이용하여 실시예 3과 동일하게 유기성 배수(BOD 630 mg/L)의 처리를 행하였다. 각 조의 pH 조건, 부하 조건 등은 실시예 3과 동일하다.
- [0117] 제2 생물 처리조(2) 내의 SS는 5,000 mg/L이며, 침전조(3)로부터의 방출 오니는 10,000 mg/L로 농축되었다. 이 농축 오니의 250 ml/d를 혐기성 소화조(24)에 첨가하고, 나머지 모든 농축 오니를 제2 생물 처리조(2)에 반송함으로써, 제1, 제2 생물 처리조(1, 2)로부터 오니를 방출하지 않고 조 내 SS를 일정하게 유지할 수 있었다. 혐기성 소화조(24)의 HRT는 4일로 하고, 혐기성 소화조(24)의 처리물은 고액 분리 장치(25)로 고액 분리하며, 처리수는 제1 생물 처리조(1)에, 분리 오니의 반량은 제2 생물 처리조(2)에, 1/4량은 혐기성 소화조(24)에 반송하고, 1/4량은 잉여 오니로서 방출하였다.
- [0118] 이 조건 하에 4개월 간 연속 운전한 바, 혐기성 소화조(24)의 처리수 중 용해성 BOD 농도가 4,000 mg-BOD/L일 때 초산이 55%, 프로피온산이 40%를 차지하였다. 혐기성 소화조(24)로부터 방출된 오니량으로부터 산출한 오니 전환율은 0.10 kg-MLSS/kg-BOD가 되었다.
- [0119] **실시예 7**
- [0120] 도 10에 도시한 바와 같이, 혐기성 소화조(24)의 전단에 용량이 2 L인 호기성 소화조(26)를 설치한 것 외에는 실시예 6과 동일한 실험 장치를 이용하여 실시예 6과 동일하게 유기성 배수(BOD 630 mg/L)의 처리를 행하였다. 또한 호기성 소화조(26)의 pH는 5.0으로 조정하였다. 그 밖의 조건은 실시예 6과 동일하다.
- [0121] 제1, 제2 생물 처리조(1, 2) 내의 SS는 5,000 mg/L이며, 침전조(3)로부터의 방출 오니는 10,000 mg/L로 농축되었다. 이 농축 오니의 250 ml/d의 비율을 호기성 소화조(26)에 첨가하고, 동량을 호기성 소화조(26)로부터 방출하여 혐기성 소화조(24)에 첨가하며, 나머지 모든 농축 오니를 제2 생물 처리조(2)에 반송함으로써, 제1, 제2 생물 처리조(1, 2)로부터 오니를 방출하지 않고 조 내 SS를 일정하게 유지할 수 있었다. 호기성 소화조(26)의 HRT 및 SRT는 8일로 하였다. 또한 혐기성 소화조(24)의 HRT는 4일로 하고, 혐기성 소화조(24)의 처리 오니는 고액 분리 장치(25)로 고액 분리하며, 처리수는 제1 생물 처리조(1)에, 고형분의 반량은 제2 생물 처리조(2)에, 나머지의 3/8량은 혐기성 소화조(24)에 반송하고, 나머지의 1/8량은 잉여 오니로서 방출하였다.
- [0122] 이 조건 하에 4개월 간 연속 운전한 바, 혐기성 처리조(4)의 처리수 중 용해성 BOD 농도가 6,500 mg-BOD/L일 때 초산이 55%, 프로피온산이 35%를 차지하였다. 혐기성 소화조(24)로부터 방출된 오니량으로부터 산출한 오니 전환율은 0.07 kg-MLSS/kg-BOD가 되었다.
- [0123] **비교예 3**
- [0124] 도 11에 도시한 바와 같이, 용량이 15 L인 생물 처리조(활성 오니조)(2')와 침전조(3)로 이루어지는 실험 장치를 이용하여 유기성 배수(BOD 630 mg/L)의 처리를 행하였다. 생물 처리조(2')의 용해성 BOD 용적 부하는 0.76 kg-BOD/m³/d이며, HRT 20시간, pH 6.8의 조건 하에 4개월 간 연속 운전한 바, 처리수는 양호하였지만, 오니 전환율은 0.40 kg-MLSS/kg-BOD가 되었다.
- [0125] **비교예 4**
- [0126] 도 12에 도시한 바와 같이, 혐기성 소화조(24)를 생략한 것 외에는 실시예 3과 동일한 실험 장치를 이용하여, 실시예 3과 동일하게 유기성 배수(BOD 630 mg/L) 처리를 행하였다. 각 조의 pH 조건, 부하 조건 등은 실시예 3과 동일하다.
- [0127] 이 조건 하에 4개월 간 연속 운전한 바, 처리수는 양호하였지만, 제2 생물 처리조(2)로부터 방출된 오니량으로

부터 산출한 오니 전환율은 0.20 kg-MLSS/kg-BOD가 되었다. 또한 제2 생물 처리조(2)의 VSS에 차지하는 미소 동물 비율은 약 25 중량%였다.

[0128] 실시예 3, 6, 7 및 비교예 3, 4에 있어서의 투입 BOD에 대한 잉여 오니 발생량(오니 전환율)을 도 13에 도시한다. 또한 실시예 6, 7과 비교예 3, 4의 실험 개시 4개월 후의 운전 상황을 표 2에 나타낸다.

표 2

	원수		제1 생물 처리조(3.6 L)		제2 생물 처리조(15 L)		
	BOD (mg/L)	유량 (L/d)	BOD 용적부하 (kg-BOD/ m ³ /d)	출구수 용해성 BOD (mg/L)	미소생물 비율 (%-VSS)	MLSS (mg/L)	처리수 BOD (mg/L)
실시예 6	630 (660) *1	22 (22.2) *1	3.85 (4.00) *1	72 ~ 76	30	4,000	검출한계이하
실시예 7	630 (682) *1	22 (22.2) *1	3.85 (4.13) *1	75 ~ 78	32 (60) *2	5,000	검출한계이하
비교예 3	630	18	-	-	5	4,500	검출한계이하
비교예 4	630	22	3.85	70 ~ 79	25	5,000	검출한계이하
*1 : 괄호 내는 혐기성 소화조 초과수를 합류시킨 경우의 값							
* 2 : 괄호 내는 호기성 소화조 내에서의 값							

[0130] 이상의 결과로부터 다음을 알 수 있다.

[0131] 비교예 3은 종래의 활성 오니법, 비교예 4는 종래의 이단 생물 처리법에 의한 처리를 실시한 것이다. 종래의 활성 오니법(비교예 1)에서는 오니 전환율은 0.40 kg-MLSS/kg-BOD로 되어 있었지만, 비교예 2와 같이 다단 생물 처리를 도입함으로써 오니 전환율은 0.20 kg-MLSS/kg-BOD가 되며, 오니 발생량을 1/2로 저감할 수 있었다. 이 오니 감량 효과는 지금까지 보고되어 있는 이단 생물 처리법과 동일한 정도의 효과이다.

[0132] 한편, 본 발명과 같이 혐기성 소화 공정을 도입하고, 특히 오니 감량 효과가 현저하던 실시예 7에서는, 오니 전환율이 각각 0.07 kg-MLSS/kg-BOD로 되어 있으며, 종래법에 비하여, 발생 오니량을 1/6로 저감할 수 있었다. 실시예 7에서 오니 감량이 현저한 원인은 pH 5로 설정한 호기성 소화조에서의 미소 동물의 포식에 의해 오니 VSS에 차지하는 미소 동물 비율이 제2 생물 처리조(2)에서는 32 중량%인데 대하여, 이 호기성 소화조에서는 최대 60%까지 도달하고 있었다. 고미소 동물 비율의 오니의 가용화는 용이하며 실시예 4, 3, 5의 혐기성 소화조(24)에서의 가용화율은 65%까지 도달하고 있으며, 가용화율이 최대 40%[혐기성 소화조(24)에 투입하는 오니 VSS의 미소 동물 비율: 30 중량%]까지 밖에 도달하지 않는 실시예 3, 4에 비하여, 높은 오니 감량 효과로 이어졌다. 또한 혐기성 소화 오니를 고액 분리하여 용해성 COD 성분을 재차 제1 생물 처리조(1)에서 분산균으로 변환함으로써, 실시예 7에서는 종래법의 1/6의 오니 감량 효과를 달성할 수 있었다.

[0133] [제5 측면]

[0134] 제5 측면의 유기성 배수의 생물 처리 방법 및 장치에 의해서도, 미소 동물의 포식 작용을 이용한 다단 활성 오니법에 있어서, 안정된 처리 수질을 유지하면서 보다 한층 높은 처리 효율의 향상과 잉여 오니 발생량의 저감을 도모할 수 있다. 유기성 배수는 제1 생물 처리조에 도입되고, 유기 성분의 대부분(예컨대 70% 이상)이 세균에 의해 산화 분해 혹은 세균의 군체로 변환된다. 이 제1 생물 처리조의 처리액이 제2 생물 처리조에 도입되고, 잔존하고 있는 유기 성분의 산화 분해, 세균의 자기 분해 및 미소 동물에 의한 포식이 행해져 오니가 감량된다.

[0135] 제2 생물 처리조의 처리액은 고액 분리 처리되어 처리수와 오니로 분리된다. 처리수는 계 밖으로 취출된다. 오니는 그 일부가 제2 생물 처리조에 반송된다.

[0136] 제5 측면에서는, 이 고액 분리된 오니의 잔부 또는 상기 제2 생물 처리조 내 오니의 일부를 제3 생물 처리조에 도입하여 호기 처리한다. 계속해서, 이 호기 처리된 오니의 일부 또는 전부를 탈수하여 고형분과 수분으로 분리한다. 이 고형분을 잉여 오니로서 방출하여, 수분을 제1 생물 처리조 및/또는 제2 생물 처리조에 반송한다.

[0137] 이 제3 생물 처리조에서의 미소 동물의 포식에 의해 오니가 감량된다. 제3 생물 처리조의 pH를 6 이하, 특히 5 내지 5.5로 함으로써, 오니가 충분히 감량된다.

[0138] 제5 측면에서는, 제2 생물 처리조 및 제3 생물 처리조의 SRT를 40일 이하, 예컨대 10일 내지 40일, 특히 15일

내지 30일로 하는 것이 바람직하다. 이것에 의해, 조 내의 미소 생물 또는 대사 산물이 적절히 줄어들으로써, 조 내에 활성이 높은 미소 동물을 유지하는 것이 가능해진다.

[0139] 이하에 도면을 참조하여 제5 측면의 바람직한 형태를 상세하게 설명한다.

[0140] 도 14 및 도 15는 각각 제5 측면의 바람직한 형태를 도시한 계통도이다.

[0141] 도 14의 방법에서, 원수(유기성 배수)는 우선 제1 생물 처리조(세균조)(1)에 도입되고, 세균에 의해 BOD(유기 성분)의 70% 이상, 바람직하게는 80% 이상, 더 바람직하게는 90% 이상이 산화 분해 혹은 세균의 군체로 변환된다. 이 제1 생물 처리조(1)의 pH는 6 이상, 바람직하게는 pH 6 내지 pH 8로 한다. 또한 제1 생물 처리조(1)에의 BOD 용적 부하는 $1 \text{ kg/m}^3/\text{d}$ 이상, 예컨대 $1 \text{ kg/m}^3/\text{d}$ 내지 $20 \text{ kg/m}^3/\text{d}$, HRT(원수 체류 시간)는 24시간 이하, 예컨대 0.5시간 내지 24시간으로 함으로써, 비응집성 세균이 우점화된 처리수를 얻을 수 있으며, HRT를 짧게 함으로써 BOD 농도가 낮은 배수를 고부하로 처리할 수 있다.

[0142] 제1 생물 처리조(1)의 처리수는 제2 생물 처리조(미소 동물조)(2)에 도입되고, 여기서, 잔존하고 있는 유기 성분의 산화 분해, 세균의 자기 분해 및 미소 동물에 의한 포식에 의해 오니의 감량화가 행해진다.

[0143] 제2 생물 처리조(2) 내 오니는 미소 동물이 차지하는 비율이 높고, 적어도 SS의 5% 이상, 운전 조건에 따라서는 30% 이상을 미소 동물이 차지하고 있다.

[0144] 이 제2 생물 처리조(2)에서는 세균에 비해 증식 속도가 느린 미소 동물의 활동과 세균의 자기 분해를 이용하기 때문에, 미소 동물과 세균이 계 내에 머무르는 운전 조건 및 처리 장치를 이용해야 한다. 그래서 제2 생물 처리조(2)에는 오니 반송을 행하는 활성 오니법 또는 막 분리식 활성 오니법을 이용하는 것이 바람직하다. 더 바람직하게는, 미소 동물의 조 내 유지량을 높이기 위해 제2 생물 처리조를 담체가 첨가된 폭기조로 한다.

[0145] 이 제2 생물 처리조(2)에서는, pH 6 이하, 예컨대 pH 5 내지 pH 6, 바람직하게는 5 내지 5.5의 산성으로 함으로써, 미소 동물에 의한 세균의 포식이 효율적으로 행해진다.

[0146] 제2 생물 처리조(2)에 도입되는 제1 생물 처리조(1)로부터의 처리액 중에 유기물이 다량으로 잔존하는 경우, 그 산화 분해는 제2 생물 처리조(2)에서 행해지게 된다. 미소 동물이 다량으로 존재하는 제2 생물 처리조(2)에서 세균에 의한 유기물의 산화 분해가 발생하면, 미소 동물의 포식으로부터 벗어나기 위한 대책으로서, 세균은 포식되기 어려운 형태로 증식하는 것으로 알려져 있다. 이와 같이 포식되기 어려운 형태로 증식한 세균군은 미소 동물에 의해 포식되지 않으며, 이들 세균 분해는 자기 소화에만 의지하게 되며, 제2 생물 처리조(2)나 후술하는 제3 생물 처리조(34)에서 오니가 용적 축소되기 어려워진다. 또한 제2 생물 처리조(2)를 pH 6 이하의 산성 영역으로 설정한 경우, 유기물이 다량으로 잔존하고 있으면, 그 유기물을 이용하여 균류 등이 증식하게 되어, 별킹의 원인이 되기도 한다. 여기서, 앞서 설명한 바와 같이, 제1 처리조(1)에서 유기물의 대부분, 즉 배수 BOD의 70% 이상, 바람직하게는 80% 이상을 분해하여 군체로 변환시켜 두는 것이 바람직하다. 제2 생물 처리조(2)에의 용해성 BOD에 의한 오니 부하는 $0.1 \text{ kg-BOD/kg-MLSS/d}$ 이하인 것이 바람직하다.

[0147] 제2 생물 처리조(2)의 처리액은 침전조(3)에서 고액 분리되고, 분리수는 처리수로서 계 밖으로 배출된다. 또한 분리 오니의 일부는 제2 생물 처리조(2)에 반송되고, 잔부는 제3 생물 처리조(34)에 보내지며, 호기 처리되어 용적 축소된다.

[0148] 침전조(3)로부터 분리 오니의 제2 생물 처리조(2)와 제3 생물 처리조(34)로의 오니 반송 비율은 이하의 제3 생물 처리조(34)에서의 오니 체류 시간을 유지할 수 있으면 좋고, 발생 오니량에 맞춰 변화시키는 것이 바람직하다.

[0149] 이 배수 처리 장치의 운전 개시 시나, 제1, 제2 생물 처리조에서의 발생 오니량이 높은 경우에는, 침전조(3)에서 분리된 오니의 반량 이상을 제3 생물 처리조(34)에 공급하여도 좋다. 제3 생물 처리조(34)의 오니 체류 시간(SRT)은 바람직하게는 12시간 이상, 특히 바람직하게는 24시간 이상, 예컨대 24시간 내지 960시간으로 한다.

[0150] 제3 생물 처리조(34)에서의 오니 감량 효과는 제2 생물 처리조(2)와 마찬가지로 미소 동물의 포식에 의한 것이다. 이 때문에, 이 제3 생물 처리조(34)의 pH를 6 이하, 바람직하게는 5 내지 5.5의 범위로 유지함으로써, 한층 높은 오니 감량 효과를 얻을 수 있다. 단, 제3 생물 처리조(34)의 pH를 이 조건으로 한 경우, 오니 감량 효과가 높기 때문에 제3 생물 처리조(34) 내의 오니 농도가 과도하게 저하하여, 다음 탈수기(35)에 의한 오니 탈수가 곤란해지는 경우가 있다. 이러한 경우에는 제3 생물 처리조(34)를, 침전지를 설치하여 오니 반송을 행하는 호기 처리조 또는 담체를 첨가한 유동상 또는 막 분리식 호기 처리조로 함으로써, 오니 농도를 높여도 좋다.

- [0151] 제3 생물 처리조(34)의 오니 체류 시간(SRT)은 12시간 이상, 바람직하게는 24시간 이상, 예컨대 24시간 내지 960시간이지만, 고액 분리 장치를 설치하여 오니 반송을 행하는 호기 처리법 또는 담체를 첨가한 유동상 또는 막 분리식 호기 처리법으로 함으로써 오니 체류 시간을 더 높이는 것이 가능해진다.
- [0152] 제3 생물 처리조(34)에서 용적 축소된 오니는 탈수기(35)에 도입되고, 고액 분리 처리된다. 또한 제3 생물 처리조(34)로부터 오니의 일부를 탈수기(35)에 도입하지 않고 제2 생물 처리조(2)에 반송하여도 좋다. 탈수기(35)에서 탈수된 오니(고형분)는 잉여 오니로서 계 밖으로 취출된다. 탈수 여과액(수분)은 제1 생물 처리조(1) 및/또는 제2 생물 처리조(2)에 공급된다.
- [0153] 이와 같이 하여, 도 14의 유기성 배수의 생물 처리 방법에 의하면, 유기성 배수를 효율적으로 처리할 수 있는 동시에, 잉여 오니 발생량을 감소시킬 수 있다.
- [0154] 본 발명에서는, 도 15에 도시한 바와 같이, 제2 생물 처리조(2)를 다단화하여도 좋다. 구체적으로는, 2조의 생물 처리조(2A, 2B)를 직렬로 설치하고, 전단 처리조(2A)에서 pH 5 내지 pH 6, 바람직하게는 pH 5 내지 pH 5.5의 조건 하에 처리를 행하고, 후단 처리조(2B)에서 pH 6 이상, 바람직하게는 pH 6 내지 pH 8의 조건 하에 처리를 행하도록 하여도 좋다. 이러한 다단 처리에 의해, 전단 처리조(2A)에서 오니의 포식을 효과적으로 행하고, 후단 처리조(2B)에서 오니의 고액 분리성의 향상, 처리수 수질의 향상을 도모할 수 있다. 도 15의 방법은, 도 14에 있어서, 제2 생물 처리조(2)를 다단화한 점만이 다르고, 그 밖의 구성은 도 14와 동일하며, 동일 부호는 동일 부분을 나타내고 있다.
- [0155] 또한 제2 생물 처리조(2)에서의 오니 발생량을 감소시키기 위해, 도 15와 같이 칸막이를 만들지 않고, 도 14와 같은 단조 방식의 제2 생물 처리조(2)의 pH를 6 이하로 설정한 경우에는, 처리수를 방류하기 전에는 중화가 필요해진다.
- [0156] 도 14 및 도 15의 방법은 제5 측면의 일례를 도시한 것이며, 제5 측면은 그 요지를 초과하지 않는 한, 하등 도시한 방법에 한정되지 않는다.
- [0157] 제3 생물 처리조(34)에는 침전조(3)의 분리 오니가 아니라[또는 침전조(3)의 분리 오니의 일부와 함께], 제2 생물 처리조(2)로부터 방출한 오니를 도입하여도 좋다.
- [0158] 하루에 제2 생물 처리조 및 제3 생물 처리조로부터 조 내 오니의 1/40, 바람직하게는 1/30 이상의 오니를 방출함으로써 오니 감량을 보다 안정적으로 행할 수 있다. 이것은 SRT를 40일, 바람직하게는 30일 이하로 운전하는 것이 된다. 이러한 조건 하에 운전하는 것의 효과로는, 조 내의 미소 동물 및 대사 산물을 적절하게 줄임으로써 활성이 높은 미소 동물을 조 내에 유지할 수 있는 것에 있다.
- [0159] 제1 생물 처리조(1)에서 고부하 처리를 행하기 위해, 후단의 침전조(3)의 분리 오니의 일부를 제1 생물 처리조(1)에 반송하여도 좋고, 또한 제1 생물 처리조(1)로서 2조 이상의 생물 처리조를 직렬로 설치하여 다단 처리를 행하여도 좋다.
- [0160] 제1 생물 처리조(1)에 담체를 첨가하여도 좋고, 담체를 첨가한 유동상로서도 좋다. 이것에 의해, BOD 용적 부하 5 kg/m³/d 이상의 고부하 처리도 가능해진다.
- [0161] 제2 생물 처리조(2)에서는 세균에 비해 증식 속도가 느린 미소 동물의 활동과 세균의 자기 분해를 이용하기 때문에, 미소 동물과 세균이 계 내에 머무르는 운전 조건 및 처리 장치를 채용하는 것이 중요하고, 이를 위해 제2 생물 처리조(2)는 도 14 및 도 15에 도시한 바와 같이 오니의 반송을 행하는 활성 오니 처리 또는 막 분리식 활성 오니 처리를 행하는 것이 바람직하다. 이 경우, 폭기조 내에 담체를 첨가함으로써 미소 동물의 조 내 유지량을 높일 수 있다.
- [0162] 제1 생물 처리조(1), 제2 생물 처리조(2)에 첨가하는 담체의 형상은 구형, 펠릿형, 중공 통 형상, 실 형상 등 임의이며, 크기도 0.1 mm 내지 10 mm 정도의 직경인 것이 좋다. 또한 담체의 재료는 천연 소재, 무기 소재, 고분자 소재 등 임의이며, 겔형 물질을 이용하여도 좋다.
- [0163] **제5 측면의 실시예 및 비교예**
- [0164] 이하에 실시예 및 비교예를 들어 제5 측면을 보다 구체적으로 설명한다.
- [0165] **실시예 8**
- [0166] 도 14에 도시한 바와 같이, 용량이 3.6 L인 제1 생물 처리조[활성 오니조(오니 반송 없음)](1), 용량이 15 L인

제2 생물 처리조(활성 오니조)(2), 침전조(3), 및 용량이 4 L인 제3 생물 처리조(34)를 연결시킨 실험 장치를 이용하여, 본 발명에 의한 유기성 배수(BOD 630 mg/L)의 처리를 22 L/d의 비율로써 행하였다. 각 생물 처리조(1, 2, 4)의 pH는 모두 6.8로 조정하였다. 제1 생물 처리조(1)에 대한 용해성 BOD 용적 부하는 3.85 kg-BOD/m³/d일 때 HRT 4시간, 제2 생물 처리조(2)에 대한 용해성 BOD 오니 부하는 0.022 kg-BOD/kg-MLSS/d일 때 HRT 17시간, 전체에서의 BOD 용적 부하는 0.75 kg-BOD/m³/d일 때 HRT 21시간의 조건 하에 운전하였다.

[0167] 제2 생물 처리조(2) 내의 SS는 4,000 mg/L이며, 침전조(3)에서 침강한 오니는 10,000 mg/L로 농축되어 있었다. 이 침전조(3)로부터 농축 오니를 방출하여, 방출 오니 중 250 mL/d를 제3 생물 처리조(34)에 도입하고, 나머지 오니를 제2 생물 처리조(2)에 반송하였다. 제3 생물 처리조(34)의 HRT 및 SRT는 16일로 설정하였다. 제3 생물 처리조(34)의 처리 오니는 탈수기(35)에서 탈수 처리되고, 탈수 오니는 잉여 오니로서 배출하며, 탈수 여과액은 제2 생물 처리조(2)에 반송하였다.

[0168] 이 조건 하에 4개월 간 연속 운전한 바, 오니 전환율은 0.14 kg-MLSS/kg-BOD가 되었다. 침전조(3)로부터 유출되는 상정수의 BOD는 검출 한계 이하였다.

[0169] 실시예 9

[0170] 실시예 8과 동일한 실험 장치를 이용하여 실시예 8과 동일한 유기성 배수(BOD 630 mg/L)의 처리를 행하였다. 또한 생물 처리조(1, 2)의 pH는 6.8로 조정하고, 제3 생물 처리조(34)의 pH는 5.0으로 하였다. 제2 생물 처리조(2) 내의 SS는 5,000 mg/L이다. 그 밖의 조건은 실시예 8과 동일하다.

[0171] 실시예 8과 같이 침전조(3)로부터의 방출 오니는 10,000 mg/L로 농축되어 있었다.

[0172] 이 조건 하에 4개월 간 연속 운전한 바, 제2 생물 처리조(2)로부터 방출된 오니량으로부터 산출한 오니 전환율은 0.08 kg-MLSS/kg-BOD가 되었다.

[0173] 비교예 5

[0174] 도 11에 도시한 바와 같이, 용량이 15 L인 생물 처리조(활성 오니조)(2')와 침전조(3)로 이루어지는 실험 장치를 이용하여, 유기성 배수(BOD 630 mg/L)의 처리를 18 L/d의 비율로 행하였다. 잉여 오니 배출량은 250 mL/d이며, 생물 처리조(2')의 용해성 BOD 용적 부하는 0.76 kg-BOD/m³/d일 때 HRT 20시간, pH 6.8의 조건 하에 4개월 간 연속 운전한 바, 처리수는 양호하였지만, 오니 전환율은 0.40 kg-MLSS/kg-BOD가 되었다.

[0175] 비교예 6

[0176] 도 12에 도시한 바와 같이, 제3 생물 처리조(4)를 생략한 것 외에는 실시예 1과 동일한 실험 장치를 이용하여, 실시예 1과 마찬가지로 유기성 배수(BOD 630 mg/L)의 처리를 22 L/d의 비율로 행하였다. 잉여 오니 배출량은 250 mL/d이며, 각 조의 pH 조건, 부하 조건 등은 실시예 1과 동일하게 하였다.

[0177] 이 조건 하에 4개월 간 연속 운전한 바, 처리수는 양호하였지만, 제2 생물 처리조(2)로부터 방출된 오니량으로부터 산출한 오니 전환율은 0.20 kg-MLSS/kg-BOD가 되었다. 또한 제2 생물 처리조(2)의 VSS에 차지하는 미소 동물 비율은 약 25 중량%였다.

[0178] 실시예 8, 9 및 비교예 5, 6에 있어서의 투입 BOD에 대한 잉여 오니 발생량(오니 전환율)을 도 16에 도시한다. 또한 실시예 8, 9와 비교예 5, 6의 실험 개시 4개월 후의 운전 상황을 표 3에 나타낸다.

표 3

	원수		제1 생물 처리조(3.6 L)		제2 생물 처리조(15 L)		
	BOD (mg/L)	유량 (L/d)	BOD 용적부하 (kg-BOD/m ³ /d)	출구수 용해성 BOD (mg/L)	미소생물 비율 (%-VSS)	MLSS (mg/L)	처리수 BOD (mg/L)
실시예 8	630	22	3.85	73	30	4,000	검출한계이하
실시예 9	630	22	3.85	72	30	5,000	검출한계이하
비교예 5	630	18	-	-	5	4,500	검출한계이하
비교예 6	630	22	3.85	70 ~ 79	25	5,000	검출한계이하

[0180] 이상의 결과로부터 다음을 알 수 있다.

- [0181] 비교예 5는 종래의 활성 오니법, 비교예 6은 종래의 2단 생물 처리법에 의한 처리를 실시한 것이다. 종래의 활성 오니법(비교예 5)에서는 오니 전환율이 0.40 kg-MLSS/kg-BOD로 되어 있었지만, 비교예 6과 마찬가지로 다단 생물 처리를 도입함으로써 오니 전환율이 0.20 kg-MLSS/kg-BOD가 되고, 오니 발생량을 1/2로 저감할 수 있었다. 이 오니 감량 효과는 지금까지 보고되어 있는 2단 생물 처리법과 동일한 정도의 것이다.
- [0182] 한편, 제3 생물 처리조(34)를 설치한 실시예 8, 9에서는 오니 전환율이 각각 0.14 kg-MLSS/kg-BOD 및 0.08 kg-MLSS/kg-BOD로 되어 있으며, 종래법에 비하여 발생 오니량을 대폭 저감할 수 있었다. 특히, 제3 생물 처리조(34)의 pH를 5.0으로 한 실시예 2에서는 종래법의 1/5까지 오니를 감량할 수 있었다.
- [0183] **[제6 측면 및 제7 측면]**
- [0184] 제6 측면 및 제7 측면의 유기성 배수의 생물 처리 방법 및 장치에 의해서도, 미소 동물의 포식 작용을 이용한 다단 활성 오니법에 있어서, 안정된 처리 수질을 유지한 후에 보다 한층 높은 처리 효율의 향상과 잉여 오니 발생량의 저감을 도모할 수 있다.
- [0185] 유기성 배수는 제1 생물 처리조에 도입되고, 유기 성분의 대부분(예컨대 70% 이상)이 비응집성 세균에 의해 산화 분해된다. 이 제1 생물 처리조의 처리액이 제2 생물 처리조에 도입되고, 잔존하고 있는 유기 성분의 산화 분해, 비응집성 세균의 자기 분해 및 미소 동물에 의한 포식이 행해져 오니가 감량된다.
- [0186] 제6 측면에서는 이 제2 생물 처리조의 오니 체류 시간(SRT)이 5일 내지 40일이 되도록 제어한다. 즉, 제2 생물 처리조의 SRT가 5일 내지 40일이 되도록 하루에 제2 생물 처리조 내 오니의 1/5 내지 1/40을 방출한다. 이와 같이 제2 생물 처리조 내 오니의 소정량을 방출하여, 제2 생물 처리조 내에 존재하는 미소 동물이나 분(糞)을 줄임으로써 산란 가능 상태의 미소 동물을 제2 생물 처리조 내에 항상 비교적 높은 비율로 일정량 유지할 수 있게 되어, 양호한 오니 감량 작용을 얻을 수 있다.
- [0187] 이와 같이, 미소 동물의 비율이 비교적 높은 제2 생물 처리조의 오니는 통상의 활성 오니에 비해서 물리적, 화학적, 생물학적 중 어느 처리에 있어서도 용이하게 가용화할 수 있고, 가용화에 의해 보다 한층 높은 오니 감량화를 도모할 수 있다.
- [0188] 또한 제2 생물 처리조의 오니를 제3 생물 처리조에서 호기 조건 하에 산화 처리하는 제7 측면에 있어서도 제2 생물 처리조 및 제3 생물 처리조의 SRT가 5일 내지 40일이 되도록 각 조의 오니를 방출함으로써, 양 조에 있어서 미소 동물량을 높게 유지하여 효율적인 오니 감량화를 도모할 수 있다.
- [0189] 이하에 도면을 참조하여 제6 측면 및 제7 측면의 유기성 배수의 생물 처리 방법의 바람직한 형태를 상세하게 설명한다.
- [0190] 도 17은 본 발명에 따른 유기성 배수의 생물 처리 방법의 실시 형태를 도시한 계통도이다.
- [0191] 도 17의 방법에서, 원수(유기성 배수)는 우선 제1 생물 처리조(분산 균조)(1D)에 도입되고, 비응집성 세균에 의해 BOD(유기 성분)의 70% 이상, 바람직하게는 80% 이상, 더 바람직하게는 90% 이상이 산화 분해된다. 이 제1 생물 처리조(1D)의 pH는 6 이상, 바람직하게는 pH 6 내지 pH 8로 한다. 또한 제1 생물 처리조(1D)에의 BOD 용적 부하는 1 kg/m³/d 이상, 예컨대 1 kg/m³/d 내지 20 kg/m³/d, HRT(원수 체류 시간)는 24시간 이하, 예컨대 0.5 시간 내지 24시간으로 함으로써, 비응집성 세균이 우점화된 처리수를 얻을 수 있으며, 또한 HRT를 짧게 함으로써 BOD 농도가 낮은 배수를 고부하로 처리할 수 있다.
- [0192] 제1 생물 처리조(1D)의 처리수는 제2 생물 처리조(미소 동물조)(2D)에 도입되고, 여기서, 잔존하고 있는 유기 성분의 산화 분해, 비응집성 세균의 자기 분해 및 미소 동물에 의한 포식에 의해 오니의 감량화가 행해진다.
- [0193] 이 제2 생물 처리조(2D)에서는 세균에 비해 증식 속도가 느린 미소 동물의 활동과 세균의 자기 분해를 이용하기 때문에, 미소 동물과 세균이 계 내에 머무르는 운전 조건 및 처리 장치를 이용해야 한다. 그래서 제2 생물 처리조(2D)에는 오니 반송을 행하는 활성 오니법 또는 막 분리식 활성 오니법을 이용하는 것이 바람직하다. 더 바람직하게는, 미소 동물의 조 내 유지량을 높이기 위해 제2 생물 처리조(2D)를 담체가 첨가된 폭기조로 한다.
- [0194] 또한 이 제2 생물 처리조(2D)에서는 pH 6 이하, 예컨대 pH 5 내지 pH 6, 바람직하게는 5 내지 5.5의 산성으로 함으로써, 미소 동물에 의한 세균의 포식이 효율적으로 행해진다.
- [0195] 이와 같이 함으로써, 오니 발생량을 통상의 50%로 저감하는 것이 가능하지만, 제2 생물 처리조의 오니 방출량을 감소하고, 즉 SRT를 길게 한 경우, 전술한 바와 같이 조 내에 충분한량의 미소 동물이 있어도 그것은 산란하지 않으며, 또한 오니의 대부분이 분 덩어리만으로 먹이가 되는 세균도 감소하고, 조 내의 미소 동물이 수명에 의해

일제히 사멸되는 경우가 있다. 이와 같이, 제2 생물 처리조(2D) 내의 미소 동물이 대폭 감소하면 회복까지는 1개월 이상이 필요하다. 이러한 문제를 회피하기 위해서는 제2 생물 처리조(2D)의 오니를 정기적으로 교체하는, 즉 미소 동물이나 분을 줄여야 한다. 그 때문에, 제6 측면에서는 제2 생물 처리조(2D)의 SRT가 5일 이상 40일 이하, 바람직하게는 10일 이상 30일 이하, 더 바람직하게는 20일 이상 30일 이하의 범위 내에서 일정해지도록 제2 생물 처리조(2D) 내의 오니를 방출한다. 즉, 제2 생물 처리조(2D) 내의 오니를 하루에 1/40 이상 1/5 이하, 바람직하게는 1/30 이상 1/10 이하, 보다 바람직하게는 1/20 내지 1/30의 비율로 방출한다. 이러한 조건 하에 제2 생물 처리조(2D)를 운전함으로써, 조 내 SS에 차지하는 미소 동물의 비율을 10% 이상, 바람직하게는 15% 내지 30%로 유지하고, 이것에 의해 항상 오니 발생량이 적은 상태를 안정적으로 유지할 수 있게 된다.

[0196] 이 제2 생물 처리조(2D)로부터 방출된 오니는 통상의 단조식 처리인 경우의 활성 오니나, 다만 활성 오니법에 의해 단순히 제2 생물 처리조의 오니 농도를 높게 하고 있는 경우의 활성 오니에 비하여, 미소 동물의 비율이 높은 오니이기 때문에, 물리적, 화학적, 생물학적 중 어느 처리에서도 용이하게 가용화되므로, 바람직하게는 이들의 처리로 가용화한다. 이 가용화 처리 방법으로서, 초음파 처리, 오존 처리, 캐비테이션(cavitation), 산알칼리 처리, 산화제 처리, 고온 처리, 혐기성 소화 등이 있지만, 어느 방법에 의해서도 제2 생물 처리조(2D)의 방출 오니는 적은 에너지, 처리 시간으로 용이하게 가용화 가능하다. 여기서 가용화한 오니는 제2 생물 처리조(2D)에 반송하여도 좋고, 고액 분리하여 분리수는 제1 생물 처리조(1D) 및/또는 제2 생물 처리조(2D)에, 고형분은 제2 생물 처리조(2D)에 반송하여도 좋다. 또한 고형분의 일부 또는 전부를 잉여 오니로서 방출하여도 좋다. 또한 가용화 수단이 혐기성 소화와 같이 생물학적 수법인 경우, 고액 분리 후, 오니를 이 혐기성 소화 오니조에 반송하고, SRT를 연장함으로써, 가용화 및 무기화를 더 촉진하여도 좋다.

[0197] 또한 본 발명에 있어서, 제2 생물 처리조(2D)에 도입되는 제1 생물 처리조(1D)로부터의 처리액 중에 유기물이 다량으로 잔존하는 경우, 그 산화 분해는 제2 생물 처리조(2D)에서 행해지게 된다. 미소 동물이 다량으로 존재하는 제2 생물 처리조(2D)에서 세균에 의한 유기물의 산화 분해가 발생하면, 미소 동물의 포식으로부터 벗어나기 위한 대책으로서, 세균은 포식되기 어려운 형태로 증식하는 것이 알려져 있다. 이와 같이 포식되기 어려운 형태로 증식한 세균군은 미소 동물에 의해 포식되지 않고, 이들의 세균 분해는 자기 소화에만 의지하게 되어, 오니가 용적 축소되기 어려워진다. 또한 제2 생물 처리조(2D)를 pH 6 이하의 산성 영역으로 설정한 경우, 유기물이 다량으로 잔존하고 있으면, 그 유기물을 이용하여 균류 등이 증식하게 되며 별킹의 원인이 되기도 한다. 여기서, 앞서 설명한 바와 같이, 제1 생물 처리조(1D)에서 유기물의 대부분, 즉 배수 BOD의 70% 이상, 바람직하게는 80% 이상을 분해하여 균체로 변환시켜 두는 것이 바람직하다. 제2 생물 처리조(2D)에의 용해성 BOD에 의한 오니 부하는 0.1 kg-BOD/kg-MLSS/d 이하인 것이 바람직하다.

[0198] 제2 생물 처리조(2D)의 처리액은 침전조(3D)에서 고액 분리되고, 분리수는 처리수로서 계 밖으로 배출된다. 또한 분리 오니의 일부는 필요에 따라 잉여 오니로서 계 밖으로 배출되며, 잔부는 제2 생물 처리조(2D)에 반송된다.

[0199] 본 발명에 있어서는, 제2 생물 처리조(2D)로부터 방출된 오니 또는 제2 생물 처리조의 오니를 고액 분리하여 얻어지는 분리 오니[도 17에서는, 침전조(3D)의 분리 오니]를 재차 호기 조건 하에 산화 처리하는 호기성 소화조를 제3 생물 처리조로서 설치하여도 좋다(도 17에는 도시하지 않음). 이 경우에 있어서도 제2 생물 처리조에서와 동일한 이유로 인해, 제2 생물 처리조뿐 아니라 제3 생물 처리조에 대해서도 SRT가 5일 이상 40일 이하, 바람직하게는 10일 이상 30일 이하, 더 바람직하게는 10일 이상 20일 이하의 범위 내에서 일정해지도록 제어하는 것이 바람직하다. 이 제3 생물 처리조에 대해서도 이러한 SRT를 채운 후에 침전조를 설치하여 오니 반송을 행하는 호기 처리법 또는 담체를 첨가한 유동상 처리 혹은 막 분리식 호기 처리법으로 함으로써 SRT를 길게 하여도 좋다. 제3 생물 처리조로부터의 처리 오니의 일부 또는 전부는 제2 생물 처리조에 반송하여도 좋고, 또한 이것을 고액 분리하고, 처리수는 제1 생물 처리조 및/또는 제2 생물 처리조에 반송하고, 고형분은 제2 생물 처리조에 반송하여도 좋다. 또한 고형분의 일부 또는 전부를 잉여 오니로서 방출하여도 좋다.

[0200] 이 제3 생물 처리조의 오니 공급량은 전술한 제3 생물 처리조에서의 SRT를 유지할 수 있으면 좋고, 발생 오니량에 맞춰 변화시키는 것이 바람직하다.

[0201] 이 제3 생물 처리조에서의 오니 감량 효과는 제2 생물 처리조와 마찬가지로, 미소 동물의 포식에 의한 것이다. 이 때문에, 이 제3 생물 처리조에 대해서도 pH를 6 이하, 바람직하게는 5 내지 5.5의 범위로 유지함으로써, 한층 높은 오니 감량 효과를 얻을 수 있다. 단, 제3 생물 처리조의 pH를 이 조건으로 한 경우, 오니 감량 효과가 높기 때문에 제3 생물 처리조 내의 오니 농도가 과도하게 저하되는 경우가 있다. 그 경우는, 특히 전술한 바와 같이, 제3 생물 처리조를, 침전지를 설치하여 오니 반송을 행하는 호기 처리조 또는 담체를 첨가한 유동상 또는

막 분리식 호기 처리조로 함으로써, 오니 농도를 높이는 것이 바람직하다.

- [0202] 이러한 제6 측면 및 제7 측면의 유기성 배수의 생물 처리 방법에 의하면, 유기성 배수를 효율적으로 처리할 수 있는 동시에, 장기간에 걸쳐 안정적으로 잉여 오니 발생량을 감소시킬 수 있다.
- [0203] 또한 도 17의 방법은 제6 측면의 실시 형태의 일례를 도시한 것이며, 제6 측면 및 제7 측면은 그 요지를 초과하지 않는 한, 하등 도시한 방법에 한정되지 않는다.
- [0204] 예컨대, 제2 생물 처리조는 다단화하여도 좋다. 구체적으로는, 2조의 생물 처리조를 직렬로 설치하고, 전단 처리조에서 pH 5 내지 pH 6, 바람직하게는 pH 5 내지 pH 5.5의 조건 하에 처리를 행하고, 후단 처리조에서 pH 6 이상, 바람직하게는 pH 6 내지 pH 8의 조건 하에 처리를 행하여도 좋다. 이러한 다단 처리에 의해, 전단 처리조에서 오니의 포식을 효과적으로 행하고, 후단 처리조에서 오니의 고액 분리성의 향상, 처리수 수질의 향상을 도모할 수 있다.
- [0205] 또한 제1 생물 처리조(1D)에서 고부하 처리를 행하기 위해, 후단의 침전조(3D)의 분리 오니의 일부를 반송하여도 좋고, 또한 제1 생물 처리조(1D)로서 2조 이상의 생물 처리조를 직렬로 설치하여 다단 처리를 행하여도 좋다.
- [0206] 또한 제1 생물 처리조(1D)에 담체를 첨가하여도 좋고, 담체를 첨가한 유동상으로서도 좋다. 이것에 의해, BOD 용적 부하 5 kg/m³/d 이상의 고부하 처리도 가능해진다.
- [0207] 제2 생물 처리조(2D)에서는, 전술한 바와 같이, 세균에 비해 증식 속도가 느린 미소 동물의 활동과 세균의 자기 분해를 이용하기 때문에, 미소 동물과 세균이 계 내에 머무르는 운전 조건 및 처리 장치를 채용하는 것이 중요하며, 이를 위해 제2 생물 처리조는, 도 1에 도시한 바와 같이, 오니의 반송을 행하는 활성 오니 처리, 또는 막 분리식 활성 오니 처리를 행하는 것이 바람직하다. 이 경우, 폭기조 내에 담체를 첨가함으로써 미소 동물의 조내 유지량을 높일 수 있다.
- [0208] 제1 생물 처리조, 제2 생물 처리조에 첨가하는 담체의 형상은 구형, 펠릿형, 중공 통 형상, 실 형상 등 임의이며, 크기도 0.1 mm 내지 10 mm 정도의 직경인 것이 좋다. 또한 담체의 재료는 천연 소재, 무기 소재, 고분자 소재 등 임의이며, 겔형 물질을 이용하여도 좋다.
- [0209] **제6 측면 및 제7 측면의 실시예 및 비교예**
- [0210] 이하에 실시예, 비교예 및 참고예를 들어 제6 측면 및 제7 측면을 보다 구체적으로 설명한다.
- [0211] **실시예 10**
- [0212] 도 17에 도시한 바와 같이, 용량이 3.6 L인 제1 생물 처리조[활성 오니조(오니 반송 없음)](1D), 용량이 15 L인 제2 생물 처리조(활성 오니조)(2D), 및 침전조(3D)를 연결시킨 실험 장치를 이용하여, 본 발명에 의한 유기성 배수(BOD 630 mg/L)의 처리를 22 L/d의 비율로써 행하였다. 각 생물 처리조(1D, 2D)의 pH는 모두 6.8로 조정하였다. 제1 생물 처리조(1D)에 대한 용해성 BOD 용적 부하는 3.85 kg-BOD/m³/d일 때 HRT 4시간, 제2 생물 처리조(2D)에의 용해성 BOD 오니 부하는 0.022 kg-BOD/kg-MLSS/d일 때 HRT 17시간, 전체에서의 BOD 용적 부하는 0.75 kg-BOD/m³/d일 때 HRT 21시간의 조건 하에 운전하였다. 제2 생물 처리조(2D)로부터는 SRT가 25일이 되도록 하루에 조내 오니의 1/25를 방출하고, 방출한 오니는 계 밖으로 배출하였다.
- [0213] 이 때 제2 생물 처리조 내(2D)의 미소 동물수의 경일 변화를 도 18에, 또한 오니 전환율의 경일 변화를 도 19에 도시한다.
- [0214] 제2 생물 처리조(2D) 내의 SS는 3,500 mg/L이며, 조내의 미소 동물의 우점종은 유클라니스(*Euchlanis*)와 브델로이다(*Bdelloida*) 각각 약 30,000 개/mL, 약 35,000 개/mL이며, 조내 SS에 차지하는 미소 동물의 비율은 약 50%이며, 이 상태는 5개월 이상 안정적으로 유지되었다. 또한 오니 전환율은 0.15 kg-MLSS/kg-BOD가 되며, 후술한 단조 처리에 의한 비교예 7의 경우의 오니 전환율 0.37 kg-MLSS/kg-BOD에 비하여 60%의 오니 감량 효과가 안정적으로 유지되었다. 또한 침전조(3D)로부터 얻어지는 처리수의 BOD는 검출 한계 이하였다.
- [0215] 또한 제2 생물 처리조(2D)의 방출 오니를 SRT 15일의 조건 하에 혐기성 소화하면 COD의 50%를 메탄으로 변환할 수 있었다. 이 효과를 고려하면 종래법에 비하여 75% 이상의 오니 감량이 가능하다고 할 수 있다.
- [0216] **비교예 7**
- [0217] 도 11에 도시한 바와 같이, 용량이 15 L인 생물 처리조(활성 오니조)(2')와 침전조(3)로 이루어지는 실험 장치

를 이용하여, 유기성 배수(BOD 630 mg/L)의 처리를 18 L/d의 비율로 행하였다. 반송 오니량은 250 mL/d, 잉여 오니 배출량은 250 mL/d이고, 생물 처리조(2')의 용해성 BOD 용적 부하는 0.76 kg-BOD/m³/d이며, HRT 20시간, pH 6.8의 조건 하에 연속 운전한 바, 처리수 수질은 양호하였지만, 오니 전환율은 0.37 kg-MLSS/kg-BOD였다.

[0218] 비교예 8

[0219] 실시예 10에 있어서, 제2 생물 처리조(2D)로부터의 오니 방출량을 SRT가 45일이 되도록, 하루에 조 내 오니의 1/45로 한 것 외에는 동일한 조건 하에 운전을 행하였다.

[0220] 이 때의 제2 생물 처리조(2D) 내의 미소 동물수의 경일 변화를 도 18에, 또한 오니 전환율의 경일 변화를 도 19에 도시한다.

[0221] 이 비교예 8에서는 제2 생물 처리조(2D)로부터의 오니 방출량이 실시예 10에 비해서 적기 때문에, 제2 생물 처리조(2D) 내의 SS는 5,000 mg/L로 높았지만, 활성 오니 처리 가능한 오니 농도였다. 제2 생물 처리조(2D) 내의 미소 동물의 우점종은 브텔로이다였지만, 그 양은 0 개/mL 내지 50,000 개/mL로 끊임없이 변화하며, 조 내 SS에 차지하는 미소 동물의 비율은 0% 내지 25%이며, 이 조건에서는 약 40일 마다 미소 동물의 대량 사멸이 발생하여 그 때마다 오니 전환율이 높아졌다. 그 때문에, 처리수 수질은 양호하였지만, 평균 오니 전환율도 0.20 kg-MLSS/kg-BOD가 되며, 비교예 7에 비해서 오니 감량 효과가 45% 정도에 그쳤다.

[0222] 또한 제2 생물 처리조(2D)의 방출 오니를 SRT 15일의 조건 하에 혐기성 소화하여도 미소 동물의 함유 비율이 낮기 때문에, COD의 30% 밖에 메탄으로 변환할 수 없으며, 이 효과를 고려하여도 종래법에 비해서 60% 정도의 오니 감량에 그쳤다.

[0223] 이상의 결과로부터 다음이 명백하다. 즉, 2단 생물 처리법을 도입함으로써 오니 발생량을 평균 45% 정도 감량할 수 있지만, 비교예 8과 같이 제2 생물 처리조 내 오니 농도를 높게 하기 위해 SRT를 너무 길게 하면, 제2 생물 처리조 내의 미소 동물수를 안정시킬 수 없고, 오니 전환율도 끊임없이 변동하게 되어, 그 결과 충분한 오니 감량 효과를 얻을 수 없다.

[0224] 그러나 실시예 10과 같이, 제2 생물 처리조(2D) 내에 유지하고자 하는 미소 동물의 생활 사이클에 맞춰, 정기적으로 제2 생물 처리조 내의 오니를 방출함으로써 오니 감량률도 60%까지 향상하고, 또한 이 잉여 오니는 윤충류와 같은 후생 동물을 많이 포함하기 때문에 통상의 오니에 비하여 혐기성 소화에서의 감량화도 용이하므로, 보다 한층 높은 오니 감량이 가능해진다.

[0225] 실시예 11

[0226] 실시예 10에 있어서, 침전조(3D)의 분리 오니 중 일부 600 mL/d를 용량이 6 L인 제3 생물 처리조에 공급하고, 잔부를 제2 생물 처리조(2D)에 반송하며, 제3 생물 처리조에서 호기성 소화한 오니를 고액 분리하여 분리수를 제1 생물 처리조(1D)에, 분리 오니를 제2 생물 처리조(2D)에 반송한 것 외에는 동일하게 하여 처리를 행하였다.

[0227] 제3 생물 처리조는 pH 5.0으로 하고, SRT가 10일이 되도록 하루에 조 내 오니의 1/10을 방출하고, 방출한 오니는 계 밖으로 배출하였다. 그 결과, 침전조로부터 얻어지는 처리수의 BOD는 검출 한계 이하이며, 오니 전환율은 0.7 kg-MLSS/kg-BOD가 되었다.

[0228] 참고예 1

[0229] 실시예 11에 있어서, 제3 생물 처리조의 SRT가 45일이 되도록, 하루에 조 내 오니의 1/45를 방출한 것 외에는 동일한 조건 하에 운전을 행한 바, 처리수 수질은 실시예 2와 동등하였지만, 오니 전환율은 0.11 kg-MLSS/kg-BOD가 되며, 제3 생물 처리조를 설치한 것에 의한 오니 감량 효과는 저감하였다.

[0230] 실시예 11과 참고예 1로부터, 제3 생물 처리조를 설치하여 호기성 소화를 더 행함으로써, 보다 한층 높은 오니 감량화를 도모할 수 있지만, 이 제3 생물 처리조에 대해서도 SRT가 과도하게 길면 제3 생물 처리조에 의한 오니 감량화 효과가 저감하는 것을 알 수 있다.

[0231] [제8 측면 및 제9 측면]

[0232] 제8 측면 및 제9 측면의 유기성 배수의 생물 처리 방법에 의하면, 이하와 같은 작용 효과를 기초로 미소 동물의 포식 작용을 이용한 단단 활성 오니법에 있어서, 안정된 처리 수질을 유지한 후에 보다 한층 높은 처리 효율의 향상과 잉여 오니 발생량의 저감을 도모할 수 있다.

[0233] 유기물 제거를 행하는 제1 생물 처리 공정에서 생성되는 세균 상태 중에서 가장 미소 동물에게 포식되기 쉬운

것은 분산 상태의 세균이다. 응집된 세균이더라도 제2 생물 처리 공정 중에 여과 포식형 미소 동물에 더하여, 응집체 포식형 미소 동물이 존재하면, 충분히 포식 가능하다. 그러나 미소 동물에 세균이 빨리 포식되기 위해서는 세균 한 개체가 미소 동물의 직경보다 작은 것이 유리하며, 세균이 분산 상태인지, 응집 상태인지를 불문하고, 세균이 실 형상화되어 있는 경우는 미소 동물에 의해 포식 가능한 것이기 때문에, 포식 속도는 저하하고, 오니 감량 효과도 저감한다.

- [0234] 이상의 문제를 해결하기 위해, 제8 측면 및 제9 측면에서는 제1 생물 처리 공정에서 생성된 세균을 실 형상화시키지 않는 조건 하에 운전하는 것을 특징으로 한다.
- [0235] 즉, 기준이 되는 유기성 배수 중인 유기 성분(BOD)의 70% 이상, 100% 미만이 산화 분해되는 데 필요한 기준 HRT의 0.75배 내지 1.5배의 범위가 되도록 제1 생물 처리 공정의 HRT를 제어한다.
- [0236] 여기서, 기준 HRT의 BOD 산화 분해율을 100% 미만으로 하고 BOD를 완전히 산화 분해시키지 않은 것은, 계 내에 BOD가 존재하지 않는 조건 하에서는 비응집성 세균이 실 형상화, 응집화되는 경향을 갖기 때문에, 이것을 방지하기 위함이다. 또한 기준 HRT의 BOD 산화 분해율을 70%로 하는 것은 30%를 초과하는 BOD가 제2 생물 처리 공정으로 이행하는 것을 방지하기 위함이다. 30%를 초과하는 BOD를 제2 생물 처리 공정으로 이행하는 경우에는, 충분한 오니 감량 효과를 향수(享受)할 수 없다. 이것은 제2 생물 처리 공정에 있어서, 비응집성 세균이 상기 30%를 초과하는 BOD를 실 형상화하면서 분해되기 때문에, 미소 동물이 포식하기 어려워지며, 그 결과 충분한 오니 감량 효과를 얻을 수 없기 때문이다.
- [0237] 유기성 배수량은 시간 경과에 의해 변동하지만, HRT는 처리조 용적(L)을 처리수 유량(L/h)으로 나눈 것이며, 따라서, 유기성 배수량 감소 시에는 HRT가 길어지기 때문에, 비응집성 세균의 응집화나 실 형상화가 발생하고, 제2 생물 처리 공정에서의 포식 속도가 저하하며, 오니 감량 효과도 저하한다.
- [0238] 그래서 제8 측면에서는 유기성 배수량 감소 시에, 제1 생물 처리 공정에 공급되는 유기성 배수에 액체를 더함으로써 제1 생물 처리 공정에 유입하는 피처리 수량을 일정하게 하고, 제1 생물 처리 공정에서의 HRT를 안정시킨다. 이 액체로는, 청구항 2와 같이, 제2 생물 처리 공정을 통과한 처리수를 적합하게 이용할 수 있다.
- [0239] 제9 측면에서는 유기성 배수량의 변동에 따라 제1 생물 처리 공정을 행하는 처리조 내의 수량을 변동시킴으로써, 제1 생물 처리 공정의 HRT를 안정화시킨다.
- [0240] 이와 같이, 제8 측면 및 제9 측면에 따라 기준이 되는 유기성 배수의 BOD 산화 분해율 30% 이상 100% 미만을 달성하는 기준 HRT에 대하여, 그 0.75배 내지 1.5배의 범위 내가 되도록 제1 생물 처리 공정의 HRT를 제어함으로써, 제1 생물 처리 공정에서 생성하는 비응집성 세균을 실 형상화, 응집화시키지 않고, 제2 생물 처리 공정에 송급할 수 있으며, 제2 생물 처리 공정에서 미소 동물 농도를 고농도로 안정화시켜 양호한 오니 감량 효과를 얻을 수 있다.
- [0241] 또한 제1 생물 처리 공정에서의 HRT는 바람직하게는 기준 HRT가 되도록 제어하는 것이 최적이지만, 일반적으로는 기준 HRT의 0.75배 내지 1.5배의 범위 내에서 본 발명에 의한 효과를 충분히 얻을 수 있다. 단, 제1 생물 처리 공정의 HRT는, 특히 기준 HRT의 0.9배 내지 1.2배, 특히 0.95배 내지 1.05배의 범위 내에서 제어하는 것이 바람직하다.
- [0242] 유기성 배수의 BOD 농도가 크게 변동하는 경우, 기준이 되는 유기성 배수에 대해 정한 기준 HRT의 0.75배 내지 1.5배의 범위 내에서 제1 생물 처리 공정의 HRT를 제어하여도 다음과 같은 문제점이 발생하는 경우가 있다. 즉, 유기성 배수의 BOD 농도가 기준이 되는 유기성 배수의 BOD 농도의 50% 이하로 저감하고, 그 후 재차 기준이 되는 BOD 농도로 되돌아간 경우, 제1 생물 처리 공정에서 BOD의 세균에 의한 변동을 추종할 수 없어지며, 제1 생물 처리 공정에서 분해되지 않고 잔존한 BOD가 제2 생물 처리 공정에 유입된다. 제2 생물 처리 공정에 유입된 BOD는 제2 생물 처리 공정에서 산화 분해되지만, 미소 동물이 다량으로 존재하는 제2 생물 처리 공정에서 세균에 의한 BOD의 산화 분해가 발생하면, 세균은 미소 동물의 포식으로부터 벗어나기 위한 대책으로서, 포식되기 어려운 형태로 증식하는 것으로 알려져 있으며, 이와 같이 증식한 세균군은 미소 동물에 의해 포식되지 않고, 이들의 분해는 자기 소화에만 의지하게 되어, 오니 발생량 저감의 효과가 손상된다.
- [0243] 제1 생물 처리 공정을 처리조 내에 담체를 첨가한 유동상식 생물 처리 공정으로 함으로써, 담체에 부착된 생물막이 부하 저하 시에 감소한 제1 생물 처리 공정내의 세균 공급원이 되며, 재차 부하가 되돌아간 경우에, 조속히 세균이 증식하고, 제1 생물 처리 공정에서의 BOD 제거율을 안정시킬 수 있기 때문에, 유기성 배수의 BOD 농도 변동에 의한 상기 문제를 해결할 수 있다.

- [0244] 이하에 도면을 참조하여 제8 측면 및 제9 측면의 유기성 배수의 생물 처리 방법의 바람직한 형태를 상세하게 설명한다.
- [0245] 도 20 내지 도 23은 제8 측면 또는 제9 측면의 유기성 배수의 생물 처리 방법의 바람직한 형태를 도시한 계통도이다. 도 20 내지 도 23에 있어서, 1은 제1 생물 처리조, 2는 제2 생물 처리조, 3은 침전조, 54는 유량계, 55는 조정조, 55A는 원수 저장조, 55B는 처리 수조, 56은 원수 펌프, 57은 수위 조정용 펌프, 58은 담체 분리용 스크린, 59는 담체를 나타낸다.
- [0246] 어느 방법에 있어서도 원수(유기성 배수)는 우선 제1 생물 처리조(분산 균조)(1)에 도입되고, 비응집성 세균에 의해 BOD(유기 성분)의 70% 이상, 바람직하게는 80% 이상, 더 바람직하게는 90% 이상이 산화 분해된다. 이 제1 생물 처리조(1)의 pH는 6 이상, 바람직하게는 pH 6 내지 pH 8로 한다. 또한 제1 생물 처리조(1)에의 BOD 용적 부하는 $1 \text{ kg/m}^3/\text{d}$ 이상, 예컨대 $1 \text{ kg/m}^3/\text{d}$ 내지 $20 \text{ kg/m}^3/\text{d}$, HRT(원수 체류 시간)는 24시간 이하, 예컨대 0.5 시간 내지 24시간의 범위이며, 후술한 방법으로 미리 정한 기준 HRT의 0.75배 내지 1.5배의 범위 내로 함으로써, 비응집성 세균이 우점화된 처리수를 얻을 수 있으며, 또한 HRT를 짧게 함으로써 BOD 농도가 낮은 배수를 고부하로 처리할 수 있어, 바람직하다.
- [0247] 제1 생물 처리조(1)의 처리수는 제2 생물 처리조(미소 동물조)(2)에 도입되고, 여기서, 잔존하고 있는 유기 성분의 산화 분해, 비응집성 세균의 자기 분해 및 미소 동물에 의한 포식에 의해 오니의 감량화가 행해진다. 이 제2 생물 처리조(2)는 pH 6 이상, 바람직하게는 pH 6 내지 pH 8의 조건 하에서 처리를 행한다.
- [0248] 제2 생물 처리조(2)의 처리수는 침전조(3)에서 고액 분리되고, 분리수는 처리수로서 계 밖으로 배출된다. 또한 분리 오니의 일부는 잉여 오니로서 계 밖으로 배출되고, 잔부는 제2 생물 처리조(2)에 반송된다. 또한 이 오니 반송은 각 생물 처리조에 있어서의 오니량의 유지를 위해 행해지는 것이며, 예컨대, 제1 생물 처리조(1) 및/또는 제2 생물 처리조(2)를 후술하는 바와 같은 담체를 첨가한 유동상식으로 한 경우, 오니 반송은 불필요한 경우도 있다. 제1 생물 처리조(1)의 BOD 용적 부하가 낮은 경우, 도시한 바와 같이, 오니 반송은 제2 생물 처리조(2)만으로도 좋지만, 오니 반송은 제1 생물 처리조(1)에 행하여도 좋고, 제1 생물 처리조(1)와 제2 생물 처리조(2)의 양방으로 행하여도 좋다. 또한 제3 생물 처리조를 설치하고, 제2 생물 처리조 또는 침전조로부터 방출한 오니를 처리하여, 더 감량하여도 좋다. 여기에서 방출한 오니는 그대로, 제1 생물 처리조 및/또는 제2 생물 처리조에 반송하여도 좋고, 고액 분리하여 잉여 오니로서 처리하여도 좋다. 그 경우, 이탈액의 일부 또는 전부를 제1 생물 처리조 및/또는 제2 생물 처리조에 반송하여도 좋다. 또한 고형분의 일부 또는 전부를 제1 생물 처리조 및/또는 제2 생물 처리조에 반송하여도 좋고, 탈수 오니로서 처리하여도 좋다. 또한 생물 처리의 방법은 혐기성 처리, 호기성 처리 중 어느 하나라도 좋다.
- [0249] 제8 측면 및 제9 측면에 있어서는, 미리 기준 HRT를 책상 시험 등에 의해 구해 두고, 이 기준 HRT의 0.75배 내지 1.5배의 범위가 되도록 제1 생물 처리조(1)의 HRT를 제어한다.
- [0250] 기준 HRT를 구하기 위한 책상 시험의 방법으로는, 배양조에 대상이 되는 유기성 배수를 동일 속도로 연속적으로 공급, 방출하고, 세균의 증식과 유기성 배수의 공급에 의한 세균의 회석이 평형에 도달하는 상태가 발생하면, 그 때 잔존하는 배수 BOD가 배수의 초기 BOD의 30% 이하, 바람직하게는 20% 이하가 되도록 배수의 공급 속도부터 최적 체류 시간(HRT)을 구하는 경우가 있다. 또한 상기한 연속 실험 외에 회분 실험으로부터 대상이 되는 배수의 분해 속도를 구하고, 그 결과로부터 최적 HRT를 구하여도 좋다. 또한 배수 중에 난분해성 성분을 많이 함유하여 최적 HRT가 길어지거나 분해 속도에 차이가 있는 성분을 많이 포함하는 경우는, 대상 배수에 대하여 어떠한 처리를 행하고, 난분해성 성분의 분해를 촉진하며, HRT 24시간 이하, 바람직하게는 12시간 이하로 배수 중 인 유기 성분을 70% 이상, 바람직하게는 80% 이상 분해할 수 있도록 하는 것이 바람직하다. 난분해성 성분의 분해 촉진 방법으로는, 산, 알칼리 등의 약품에 의한 화학 처리, 특정 세균이나 효소의 이용 등에 의한 생물 처리, 물리 처리 중 어느 하나를 이용하여도 좋다.
- [0251] 제8 측면 및 제9 측면에 있어서, 기준 HRT는 기준이 되는 유기성 배수의 BOD의 70% 이상 100% 미만이 균체로 변환되는 데 필요한 HRT이지만, 바람직하게는 이 BOD의 75% 이상, 특히 80% 내지 95%가 균체로 변환되는 데 필요한 HRT로서 설정하는 것이 바람직하다.
- [0252] 또한 전술한 바와 같이, 제1 생물 처리조(1)의 HRT는, 특히 기준 HRT의 0.9배 내지 1.2배, 특히 0.95배 내지 1.05배의 범위 내에서 제어하는 것이 바람직하다.
- [0253] 도 20의 방법에서는, 제1 생물 처리조(1)의 HRT가 소정의 값이 되도록 침전조(3)의 처리수를 제1 생물 처리조(1)의 원수 도입측으로 반송한다.

- [0254] 즉, 원수의 유량을 유량계(54)로 측정하고, 원수량이 소정의 HRT를 확보하기 위해 부족한 경우에는 그 부족한 만큼을 처리수로 보충하고, 원수량과 반송 처리수량의 합계로 제1 생물 처리조(1)의 HRT를 소정 범위로 제어한다.
- [0255] 도 21에 도시한 방법으로도 제1 생물 처리조(1)에 유입하는 액량을 제어한다. 도 21에서는 원수 저장조(55A)와 처리 수조(55B)가 인접하여 설치된 조정조(55)를 설치하고, 이 조정조(55)로부터 원수 펌프(56)에 의해 소정량의 수량으로 제1 생물 처리조(1)에 피처리수를 공급한다. 이 조정조(55)는 원수 저장조(55A)의 수위에 따라 처리 수조(55B) 내의 처리수가 원수 저장조(55A) 내에 유입되도록 양조 사이에 액 유통부를 갖는 칸막이 벽이 설치되어 있으며, 원수량의 증감을 이 조정조(55)에서 흡수하고, 일정한 수량으로 원수 혹은 원수와 처리수를 제1 생물 처리조(1)에 송급함으로써, 제1 생물 처리조(1)의 HRT를 소정 범위로 유지할 수 있다. 도 21의 방법에서는 조정조(55)를 설치함으로써, 도 20에 있어서의 유량계(54) 및 처리수 반송 펌프(도 20에는 도시하지 않음)를 생략하여, HRT의 제어를 간소화할 수 있다.
- [0256] 도 22에 도시한 방법에서는, 제1 생물 처리조(1)에 수위 조정용 펌프(57)를 설치하여 제1 생물 처리조(1)에의 유입 원수량을 적게 하고, 제1 생물 처리조(1)의 HRT가 길어지는 경향이 있는 경우에는 이 수위 조정용 펌프(57)로 제1 생물 처리조(1) 내의 물을 제2 생물 처리조(2)로 강제적으로 이송하고, 제1 생물 처리조(1)의 외관상의 보수량을 저감시킴으로써, 제1 생물 처리조(1)의 HRT를 소정의 범위로 유지한다.
- [0257] 도 23에 도시한 방법은, 도 22에 도시한 방법에 있어서, 제1 생물 처리조(1)에 담체 분리용 스크린(58)을 설치하고, 이 스크린(58)의 원수 도입측에 담체(59)를 투입하는 동시에, 스크린(58)의 처리수 배출측에 수위 조정용 펌프(57)를 설치하고, 도 22에 도시한 방법과 마찬가지로 이 수위 조정용 펌프(57)로 제1 생물 처리조(1) 내의 물을 제2 생물 처리조(2)에 강제적으로 이송하며, 제1 생물 처리조(1)의 외관상의 보수량을 저감시킴으로써, 제1 생물 처리조(1)의 HRT를 소정의 범위로 유지한다.
- [0258] 도 23에 도시한 방법에서는, 제1 생물 처리조(1)에 담체(59)를 투입한 것에 의해, 전술한 바와 같이 원수 BOD 농도의 변동에 대하여 제1 생물 처리조(1)에 있어서의 BOD 제거율을 안정화시킬 수 있다.
- [0259] 제1 생물 처리조(1)에의 담체의 첨가율(이하 「조 내 충전율」이라고 칭함)은, 제1 생물 처리조(1)의 유효 용적에 대하여 0.1% 내지 20%, 특히 1% 내지 10%, 특히 2% 내지 5%로 하는 것이 바람직하다. 첨가하는 담체의 형상은 구형, 펠렛형, 중공 통 형상, 실 형상 등 임의이며, 크기도 0.1 mm 내지 10 mm 정도의 직경인 것이 좋다. 또한 담체의 재료는 천연 소재, 무기 소재, 고분자 소재 등 임의이며, 겔형 물질을 이용하여도 좋다.
- [0260] 담체는 도 20 및 도 21의 방법에 있어서, 제1 생물 처리조(1)에 첨가하여도 물론 좋다. 수위 조정용 펌프(57)에 의해 제1 생물 처리조(1) 내의 물을 제2 생물 처리조(2)에 이송하는 구성을 채용하는 경우는, 도 23에 도시한 바와 같이, 제1 생물 처리조(1)의 바닥부까지 이르는 담체 분리용 스크린(58)을 설치해야 한다. 이 경우, 담체로부터 박리한 생물막이 스크린(58)에 의해, 즉 SS의 유출이 방해되고, 오니 체류 시간이 길어지는 것을 막기 위해서 스크린(58)의 메시는 5 mm 이상으로 하는 것이 바람직하고, 이 경우에 있어서 첨가하는 담체(59)는 5 mm 이상의 직경인 것이 바람직하다.
- [0261] 또한 도 20 내지 도 23에 도시한 방법은, 제8 측면 및 제9 측면의 일례로서, 제8 측면 및 제9 측면은 그 요지를 초과하지 않는 한, 하등 도시한 방법에 한정되지 않는다. 예컨대, HRT의 제어를 위해 원수에 첨가하는 액체는, 처리수 외에 공수(工水), 정수(井水), 시수(市水), 하천수 등을 이용하여도 좋지만, 바람직하게는 처리수를 이용한다.
- [0262] 또한 담체는 제1 생물 처리조(1)뿐 아니라, 제2 생물 처리조(2)에 첨가하여도 좋다. 또한 제1 생물 처리조(1), 제2 생물 처리조(2)는 2조 이상의 생물 처리조를 직렬로 배치한 다단 처리로서도 좋고, 조 내에 분리막을 침지한 막 분리식 활성 오니 처리로서도 좋다.
- [0263] 그런데, 세균의 활성, 즉 BOD 분해능은 온도가 높아지면 증가하고, 온도가 낮아지면 저하한다. 즉, 소정의 BOD 산화 분해율을 얻는 데 필요한 제1 생물 처리조의 HRT는 온도가 높아지면 줄어든다, 온도가 낮아지면 길어진다. 그래서 원수의 온도 변화가 기준이 되는 온도에 대하여 5℃ 이상인 원수에 관해서는 온도에 의한 최적 HRT의 변화를 사전에 책상 시험으로부터 확인해 두고, 온도 변동 시에는 온도의 영향을 고려한 기준 HRT를 미리 설정하고, 이 기준 HRT에 대하여 제1 생물 처리조의 HRT를 0.75배 내지 1.5배의 범위 내, 특히 기준 HRT의 0.9배 내지 1.2배, 특히 0.95배 내지 1.05배의 범위 내에서 제어하는 것이 바람직하다.
- [0264] 마찬가지로, 원수의 BOD 농도 변화가 기준이 되는 BOD 농도에 대하여 크게 변동하는 경우에도, 이 BOD 농도 변

동에 기인한 기준 HRT를 미리 설정하고, 이 기준 HRT에 대하여 제1 생물 처리조의 HRT를 0.75배 내지 1.5배의 범위 내, 특히 기준 HRT의 0.9배 내지 1.2배, 특히 0.95배 내지 1.05배의 범위 내에서 제어하는 것이 바람직하다.

[0265] 이와 같이 하여, 제1 생물 처리조(1)의 HRT를 소정의 범위 내로 제어하는 본 발명의 유기성 배수의 생물 처리 방법에 의하면, 제2 생물 처리조(2)에서의 미소 동물 밀도는 높아지며, 조 내 SS에 차지하는 미소 동물 비율은 10% 이상으로 유지되고, 후술한 실시예의 결과에서도 알 수 있는 바와 같이, 표준 활성 오니법에 비해 50% 이상의 오니 감량 효과를 안정적으로 얻을 수 있다.

[0266] **제8 측면 및 제9 측면의 실시예 및 비교예**

[0267] 이하에 실시예 및 비교예를 들어 제8 측면 및 제9 측면을 보다 구체적으로 설명한다.

[0268] **실시예 12**

[0269] 제1 생물 처리조(1)로서 용량이 3.6 L인 활성 오니조(오니 반송 없음), 및 제2 생물 처리조(2)로서 용량이 15 L인 활성 오니조를 연결시킨 실험 장치를 이용하여, 도 1에 도시한 본 발명의 방법으로 유기성 배수의 처리를 실시하였다. 제1 생물 처리조(1)의 pH는 6.8로, 제2 생물 처리조(2)의 pH는 6.8로 조정하였다. 제1 생물 처리조(1)에 대한 용해성 BOD 용적 부하는 3.85 kg-BOD/m³/d, HRT 4시간, 제2 생물 처리조(2)에의 용해성 BOD 오니 부하는 0.022 kg-BOD/kg-SS/d, HRT 17시간, 전체에서의 BOD 용적 부하 0.75 kg-BOD/m³/d, HRT 21시간의 조건 하에 운전하였다. 실험은 20℃ 항온실 내에서 행하였다. 그 결과, 오니 전환율은 0.18 kg-SS/kg-BOD가 되었다. 또한 미리 책상 시험에 의해 구한 원수 중 BOD의 75%를 산화 분해하는 데 필요한 제1 생물 처리조(1)의 HRT는 4시간이다.

[0270] 운전 개시 1개월 후부터, 상기와 동일한 조건 하에 12시간 운전하고, 그 후, 기질 유량을 반으로 감소시키고, 감소한 분의 수량을 처리수로 보충하는 운전(이 사이에 BOD 용적 부하는 반감함)을 12시간 교대로 반복하는 시험(부하 변동 운전)을 행한 바, 제1 생물 처리조(1)의 HRT는 약 4시간으로 유지할 수 있고, 제1 생물 처리조(1) 중의 세균도 분산 상태가 유지되었다. 그러나 부하 반감 시에 분산균 농도가 감소하고, 부하 회복 시에 분산균의 재증식이 충분하지 않아, 배수 중인 유기물이 분해되지 않고, 이것이 제2 생물 처리조(2)에 유입되는 경우가 있었다. 그 때문에, 오니 전환율은 약간 증가하여 0.28 kg-SS/kg-BOD로 되었다.

[0271] 운전 기간 중의 제2 생물 처리조(2)에서는 브텔로이다가 우점화되고, 부하 변동 운전 전의 미소 동물수는 55,000 개/ml 내지 70,000 개/ml이며, 조 내 SS에 차지하는 비율은 20%였지만, 부하 변동 운전 개시 후의 미소 동물수는 30,000 개/ml 정도에 그쳤다.

[0272] **실시예 13**

[0273] 제1 생물 처리조(1)에 입경 5 mm의 스폰지를 조 내 충전율 5%로 첨가하고, 제1 생물 처리조에 있어서, 유동상식 활성 오니 처리를 행한 것 외에는 실시예 1과 동일한 조건 하에 운전을 행하였다.

[0274] 그 결과, 부하 변동 운전 개시 후에도 제1 생물 처리조(1)의 HRT는 약 4시간으로 유지할 수 있고, 제1 생물 처리조(1) 중 세균도 분산 상태가 유지되었다. 게다가, 오니 전환율도 0.18 kg-SS/kg-BOD로 유지할 수 있었다.

[0275] 운전 기간 중, 고부하 변동의 전후 중 어느 하나에 있어서도, 제2 생물 처리조(2)에서는 브텔로이다가 우점화되고, 미소 동물수는 55,000 개/ml 내지 70,000 개/ml이며, 조 내 SS에 차지하는 비율은 20%였다.

[0276] **비교예 9**

[0277] 실시예 12에 있어서, 제1 생물 처리조를 생략하고, 용량이 15 L인 제2 생물 처리조만으로 이루어진 실험 장치를 이용하여 처리를 행하였다. 실험은 20℃ 항온실 내에서 행하고, 용해성 BOD 용적 부하는 0.76 kg-BOD/m³/d, HRT 20시간의 조건 하에 1개월 간 연속 운전한 바, 처리 수질은 양호하였지만, 오니 전환율은 0.40 kg-SS/kg-BOD가 되었다.

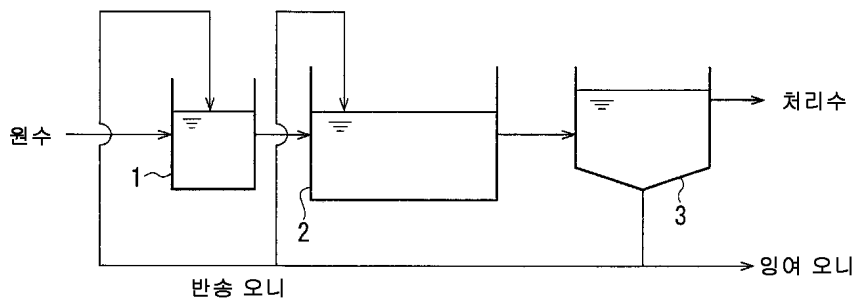
[0278] 또한 실시예 12와 마찬가지로 하여, 12시간마다 기질 유량을 반으로 감소시키는 운전(이 사이에 BOD 용적 부하는 반감함)을 12시간 교대로 반복하여 부하 변동 운전을 행한 바, 오니 전환율은 변하지 않고, 0.40 kg-SS/kg-BOD로 되어 있었다. 운전 기간 중, 활성 오니조에서는 브텔로이다가 3,000 개/ml, 보르티셀라(*Vorticella*)가 10,000 개/ml 관찰되었지만, 조 내 SS에 차지하는 미소 동물 비율은 항상 5% 이하였다.

[0279] **비교예 10**

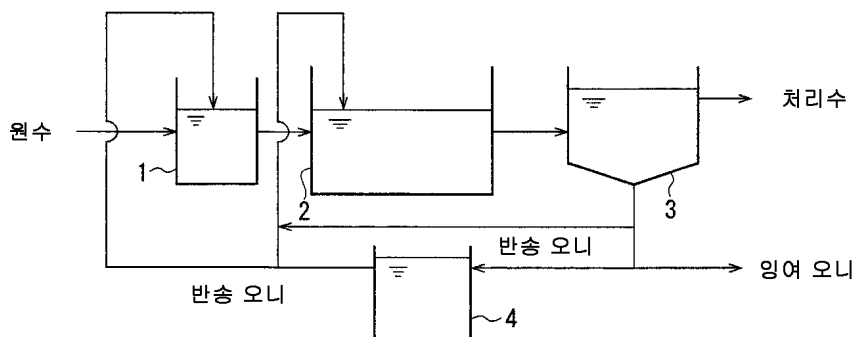
- [0280] 부하 변동 운전 후, 기질 유량을 반으로 감소시켰을 때 처리수의 반송을 행하지 않은 것 외에는, 실시예 12와 동일한 조건 하에 운전을 행하였다.
- [0281] 그 결과, 부하 변동 운전 전은 실시예 1과 마찬가지로, 오니 전환율이 $0.18 \text{ kg-SS/kg-BOD}$ 였지만, 부하 변동 운전 개시 후는 제1 생물 처리조(1)에서 분산 상태의 실 형상성 세균(길이 $50 \mu\text{m}$ 내지 $1,000 \mu\text{m}$)이 우점화되고, 제2 생물 처리조(2)에서는 부하를 변동시키기 전에 우점화되어 있었던 브렐로이다가 $50,000 \text{ 개/ml}$ 에서 0 개/ml 로 감소하고, 오니 전환율도 $0.34 \text{ kg-SS/kg-BOD}$ 까지 상승하였다.
- [0282] 이상의 실시예 12, 13 및 비교예 9, 10에 있어서의 부하 변동 운전 전의 투입 BOD량에 대한 잉여 오니 발생량(발생 VSS: 오니 전환율)의 관계를 도 24에, 부하 변동 운전 개시 후의 투입 BOD량에 대한 잉여 오니 발생량(발생 VSS: 오니 전환율)의 관계를 도 25에 도시한다.
- [0283] 도 24 및 도 25로부터 부하 변동의 전후를 막론하고, 미소 동물의 포식 작용을 이용한 다단 활성 오니법의 쪽이 높은 오니 감량 효과를 얻을 수 있지만, 다단 활성 오니법에 의한 처리에 있어서, 본 발명에 따라 제1 생물 처리조의 HRT를 소정 범위로 유지함으로써, 나아가서는 제1 생물 처리조에 담체를 첨가하여 유동상식 활성 오니 처리를 행함으로써, 부하의 변동에도 불구하고 안정된 오니 감량 효과를 얻을 수 있다는 것을 알 수 있다.

도면

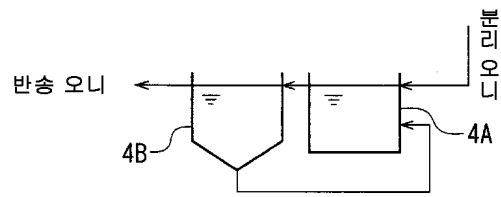
도면1



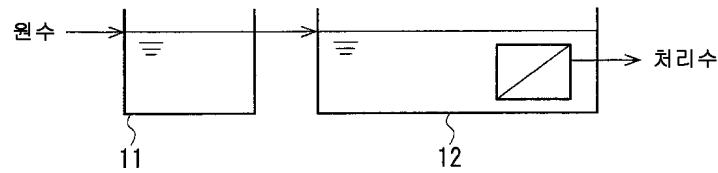
도면2



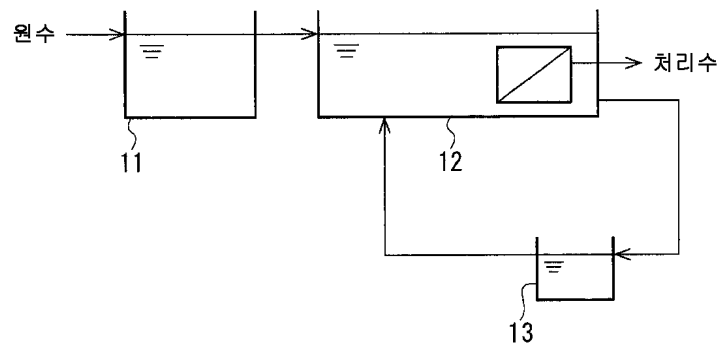
도면3



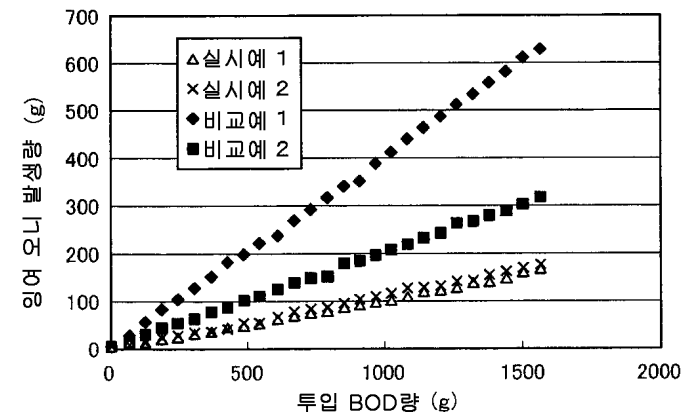
도면4a



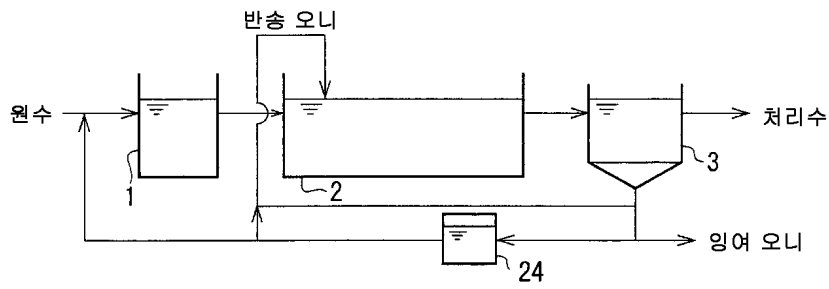
도면4b



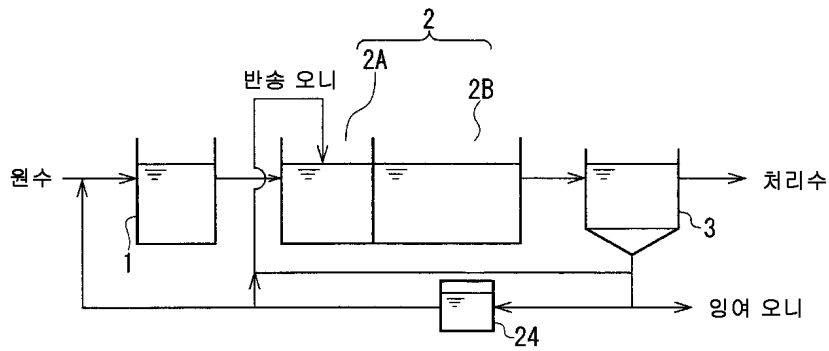
도면5



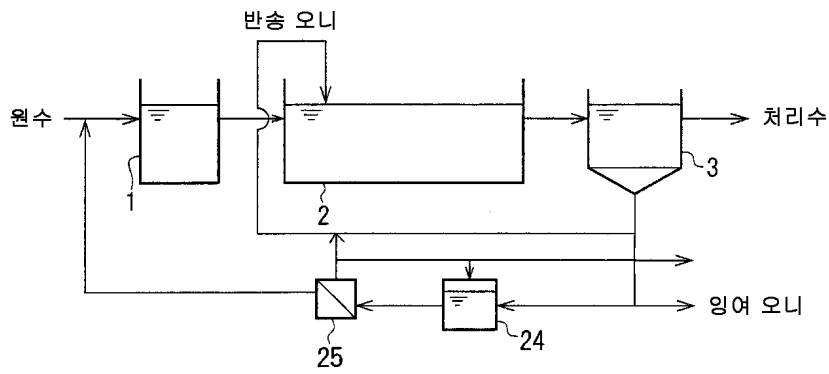
도면6



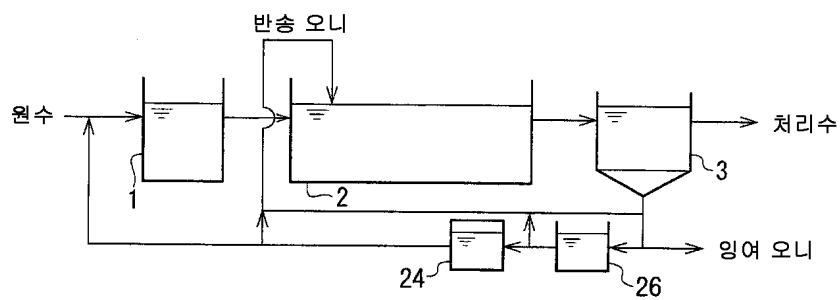
도면7



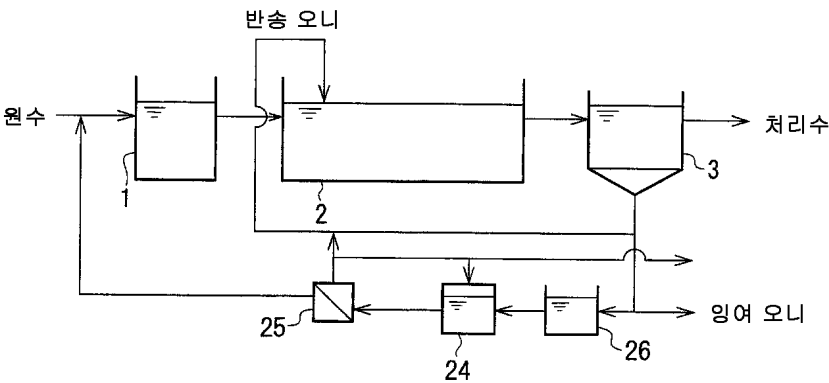
도면8



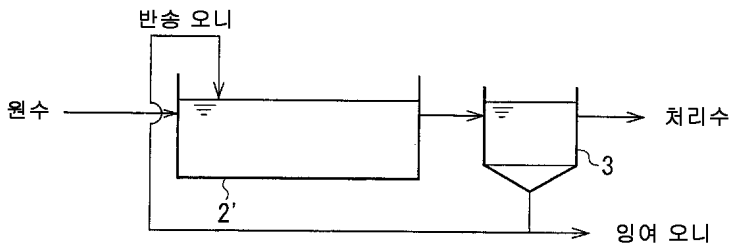
도면9



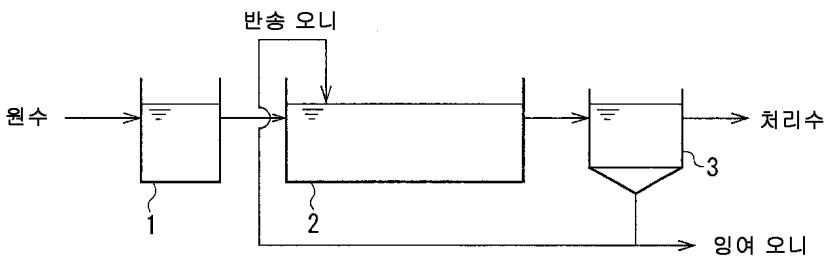
도면10



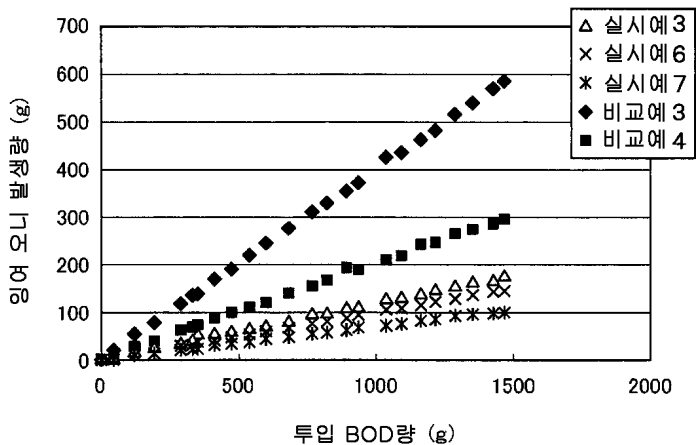
도면11



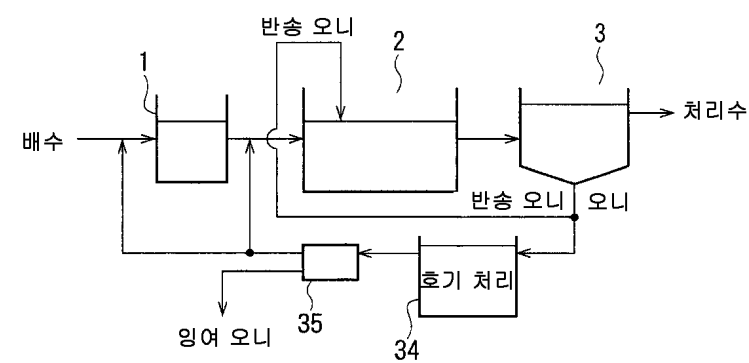
도면12



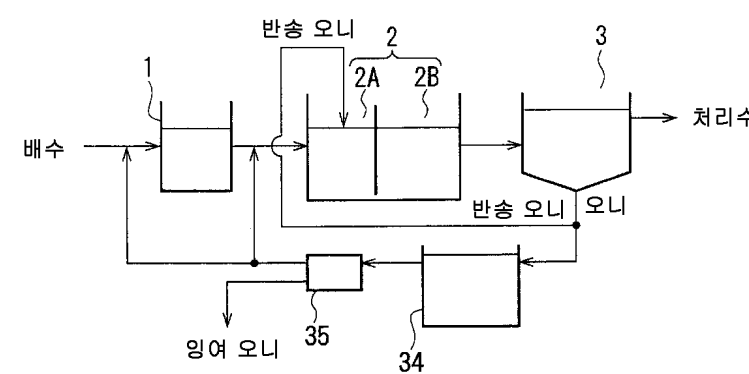
도면13



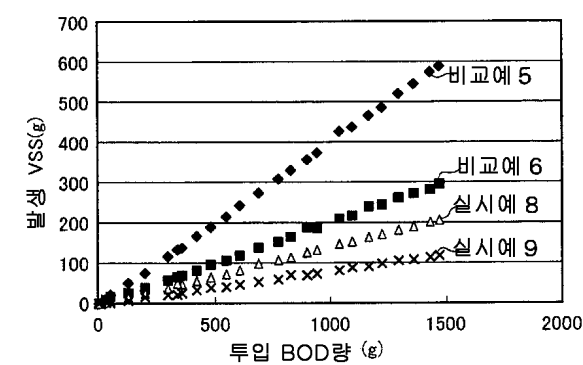
도면14



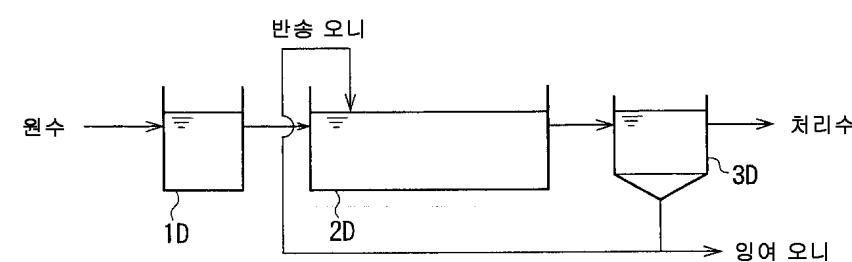
도면15



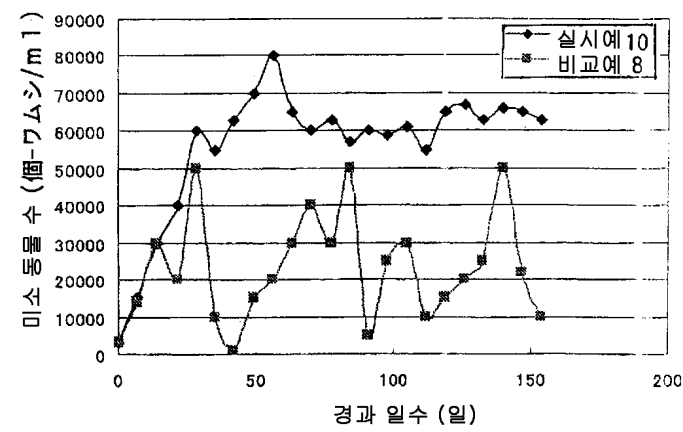
도면16



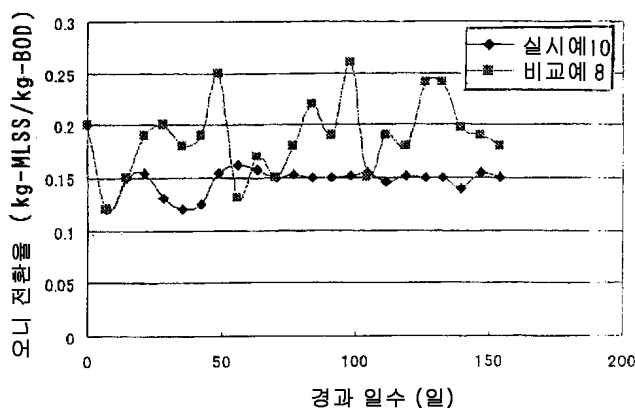
도면17



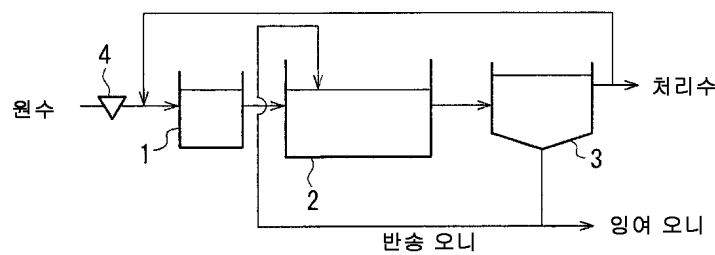
도면18



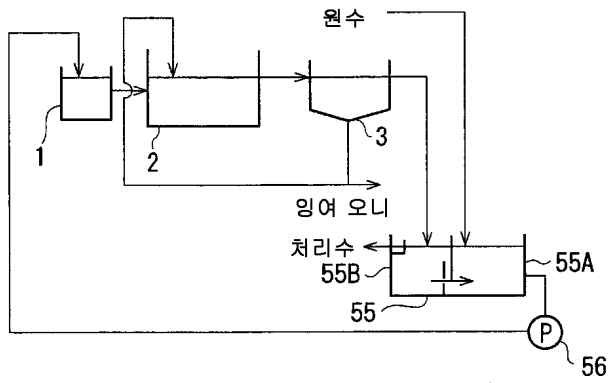
도면19



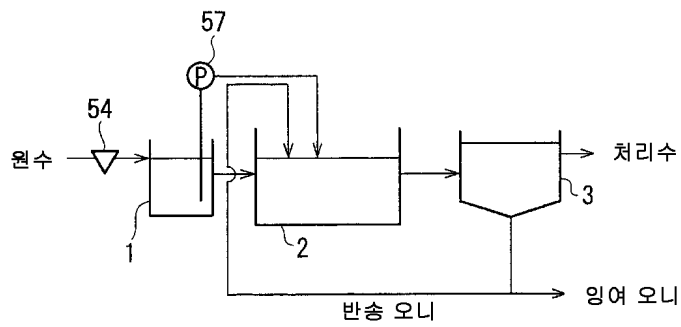
도면20



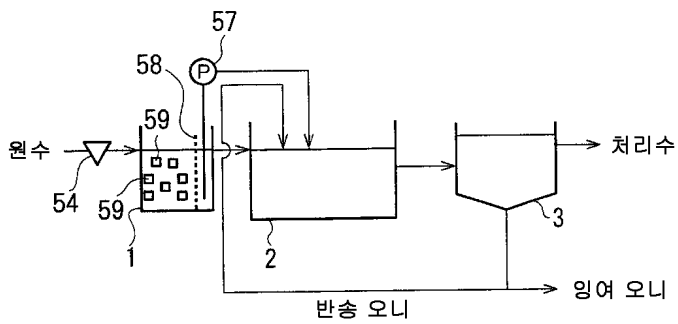
도면21



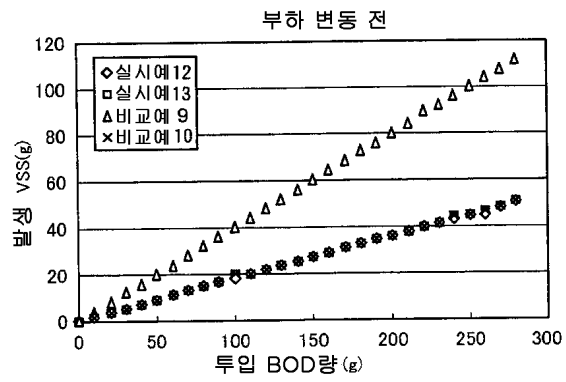
도면22



도면23



도면24



도면25

