

明 細 書

発明の名称：有機性排水の生物処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、生活排水、下水、食品工場やパルプ工場などからの有機性排水を生物処理する方法に係り、特に好気性の第一生物処理槽に有機性排水を通水して細菌により分散菌を生成し、該第一生物処理槽からの分散菌を含む第一生物処理水を、流動床担体を添加した好気性の第二生物処理槽に導入して微小動物に捕食させる有機性排水の生物処理方法に関する。

背景技術

[0002] 有機性排水を生物処理する場合に用いられる活性汚泥法は、処理水質が良好で、メンテナンスが容易であるなどの利点から、下水処理や産業廃水処理等に広く用いられている。しかしながら、運転に用いられるBOD容積負荷は $0.5 - 0.8 \text{ kg} / \text{m}^3 / \text{d}$ 程度であるため、広い敷地面積が必要となる。また、分解したBODの20%が菌体すなわち汚泥へと変換されるため、大量の余剰汚泥処理も問題となる。

[0003] 有機性排水の高負荷処理に関しては、担体を添加した流動床法が知られている。この方法を用いた場合、 $3 \text{ kg} / \text{m}^3 / \text{d}$ 以上のBOD容積負荷で運転することが可能となる。しかしながら、発生汚泥量は分解したBODの30%程度で、通常の活性汚泥法より高くなることが欠点となっている。

[0004] 特公昭55-20649では有機性排水をまず、第一処理槽で細菌処理して、排水に含まれる有機物を酸化分解し、非凝集性の細菌の菌体に変換した後、第二処理槽で固着性原生動物に補食除去させることで余剰汚泥の減量化が可能になるとしている。さらに、上記の方法では高負荷運転が可能となり、活性汚泥法の処理効率も向上する。このように細菌の高位に位置する原生動物や後生動物の補食を利用した廃水処理方法は、多数考案されている。

[0005] 特開2000-210692では、特公昭55-20649の処理方法で問題となる原水の水質変動による処理性能悪化の対策を提案している。具体

的な方法としては、「被処理水のBOD変動を平均濃度の中央値から50%以内に調整する」、「第一処理槽内および第一処理水の水質を経時的に測定する」、「第一処理水の水質悪化時には微生物製剤または種汚泥を第一処理槽に添加する」等の方法をあげている。

[0006] 特公昭60-23832では、細菌、酵母、放線菌、藻類、カビ類や廃水処理の初沈汚泥や余剰汚泥を原生動物や後生動物に補食させる際に超音波処理または機械攪拌により、上記の餌のフロックサイズを動物の口より小さくさせる方法を提案している。

[0007] 流動床と活性汚泥法の多段処理による有機性排水の生物処理方法として、特許3410699には、後段の活性汚泥法をBOD汚泥負荷 $0.1\text{ kg-BOD/kg-MLSS/d}$ 以下の低負荷で運転することにより、汚泥を自己酸化させ、汚泥引き抜き量を大幅に低減できるようにした方法が記載されている。

[0008] 上記の微小動物の補食作用を利用した多段活性汚泥法は実際に有機性廃水処理に用いられており、対象とする排水によっては処理効率の向上、50%程度の発生汚泥量の減量化は可能である。しかしながら、この汚泥減量効果は安定しないのが現状である。これは、微小動物の安定した維持方法が確立していないこととエサとなる細菌と微小動物の比率を特定できていないためである。

[0009] WO2007/088860には、微小動物を保持する第二生物処理槽に対する溶解性BOD汚泥負荷を低くすることにより、汚泥減量に寄与する微小生物保持槽の微小生物の量を安定させることが記載されている。

[0010] ところが、第二生物処理槽へ投入する第一生物槽処理水中の分散菌が多すぎた場合、第二処理槽の微小動物が捕食しきれず、発生汚泥量低減には繋がらない。また、分散菌は固液分離が困難なため、どの種類の固液分離手段を用いたときも固液分離の条件に余裕を持たせる必要がある。また、第一生物処理水中の分散菌は対数増殖期の細菌であるため、微小動物に捕食されず自己消化すると溶解性の有機物成分が増加し、水の再利用（排水回収）が困難

になる。

先行技術文献

特許文献

- [0011] 特許文献1：特公昭55-20649
特許文献2：特開2000-210692
特許文献3：特公昭60-23832
特許文献4：特許3410699
特許文献5：WO2007/088860

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0012] 本発明は、好気性の第一生物処理槽に有機性排水を通水して細菌により分散菌を生成し、該第一生物処理槽からの分散菌を含む第一生物処理水を、流動床担体を添加した好気性の第二生物処理槽に導入して微小動物に捕食させる有機性排水の生物処理方法であって、第二生物処理槽において分散菌が適切に捕食され、安定した生物処理を行うことができる有機性排水の生物処理方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0013] 本発明の有機性排水の生物処理方法は、好気性の第一生物処理槽に有機性排水を通水して細菌により分散菌を生成し、該第一生物処理槽からの分散菌を含む第一生物処理水を、流動床担体を添加した好気性の第二生物処理槽に導入して微小動物に捕食させる有機性排水の生物処理方法において、全体のBOD容積負荷を $5\text{ kg/m}^3/\text{d}$ 以下とし、第一生物処理水中の分散菌由来SSの、第二生物処理槽内の担体に対する負荷（以下、分散菌担体負荷という）を $8\text{ kg-SS/m}^3\text{-担体/d}$ 以下とすることを特徴とするものである。

発明の効果

- [0014] 本発明方法では、第一生物処理槽で生成する分散菌と第二生物処理槽にお

ける微小動物による分散菌捕食のバランスが取れるため、第二生物処理槽において分散菌の取り残し（捕食し切れないこと）を防止することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]実施の形態に係る有機性排水の生物処理方法のフロー図である。

[図2]実施の形態に係る有機性排水の生物処理方法のフロー図である。

[図3]実施の形態に係る有機性排水の生物処理方法のフロー図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明についてさらに詳細に説明する。

[0017] 図1は本発明の実施の形態に係る有機性排水の生物処理方法を示すものであり、第一生物処理槽1と第二生物処理槽2とにより有機性排水が処理される。この実施の形態では、第一生物処理槽1の底部に曝気手段1bを設け、第一生物処理槽1を、担体を添加しない曝気槽としている。第二生物処理槽2は曝気手段2bを底部に備え、担体2aを有した曝気槽としている。

[0018] 有機性排水は第一生物処理槽1に導入され、細菌により、有機成分（溶解性BOD）の70%以上、望ましくは80%以上さらに望ましくは85～90%が酸化分解される。第一生物処理槽1のpHは6以上、望ましくは8以下とする。しかしながら、原水中に油分や有機溶媒、界面活性剤を多く含む場合はpHは8.0以上としても良い。第一生物処理槽1へのBOD容積負荷は $1\text{ kg/m}^3/\text{d}$ 以上、HRT24h以下、DOは 1 mg/L 以下、望ましくは $0.05\sim0.5\text{ mg/L}$ とすることで、分散菌が優占化した処理水を得ることが出来る。また、HRTを短くすることにより、BOD濃度の低い排水を高負荷で処理することができる。

[0019] なお、後段の生物処理槽からの汚泥を含む処理水の一部を第一生物処理槽1に返送したり、第一生物処理槽1を多段にしても良い。ただし、滞留時間（HRT）が最適値に比べて長くなると、糸状性細菌の優占化やフロックの形成につながり、第二生物処理槽2で捕食されにくい細菌が生成されてしまう。そこで、第一生物処理槽1のHRTを一定に制御するのが好ましい。最適HRTは排水により異なるため、予備試験やシミュレーションなどから、

有機成分の70～90%を除去できるHRTを求める必要がある。HRTを最適値に維持する方法としては、排水量減少時に、処理水の一部を返送し、第一生物処理槽1に流入する水量を一定にし、第一生物処理槽1のHRTを安定させる方法や、排水量の変動に合わせ第一生物処理槽1の水位を変動させる方法がある。安定させる幅は、予備試験やシミュレーションなどで求めた最適HRTの0.75～1.5倍以内に納めることが望ましい。

[0020] 第一生物処理槽1の処理水を、底部に曝気手段2bを備えた第二生物処理槽2に導入し、ここで、残存している有機成分の酸化分解、分散菌の自己分解および微小動物による捕食による余剰汚泥の減量化を行う。第二生物処理槽2では、細菌に比べ増殖速度の遅い微小動物の働きと細菌の自己分解を利用するため、微小動物と細菌が系内に留まるような運転条件および処理装置を採用するのが好ましい。第二生物処理槽2の排水部に担体分離スクリーン2cを設け、流動床担体2aを添加して流動床を形成することにより、微小動物の槽内保持量を高めている。

[0021] 添加する流動床担体2aとしては、球状、ペレット状、中空筒状、糸状など各種形状のものをを用いることができる。担体2aの径は0.1～10mm程度であることが好ましい。担体2aの材料は天然素材、無機素材、高分子素材等任意であり、ゲル状物質を用いても良い。ただし、担体2aとしては、発泡プラスチック製の角型担体が望ましい。なお、流動床担体に加え、糸状担体やシート状担体を添加して槽内に一部固定して揺動床を形成してもよく、このようにすれば総合的に担体の充填率を下げるができる。

[0022] 本発明では、全体のBOD容積負荷を $5\text{ kg} / \text{m}^3 / \text{d}$ 以下（原水変動しても負荷が所定以下）とし、かつ、分散菌担体負荷を $8\text{ kg} - \text{SS} / \text{m}^3 - \text{担体} / \text{d}$ 以下となるように第一生物処理槽1のDOや第二生物処理槽2の担体充填率などを設定することにより、分散菌を取りこぼしなく確実に微小動物に捕食させることができる。なお、第二生物処理にさらに揺動床担体を用いた場合は、流動床担体と揺動床担体とを合わせた担体に対する分散菌の負荷とする。

- [0023] この分散菌由来のSSとしては第一生物処理水SSの内、8 μ mポリカーボネートフィルターを通過する微細SSとすることが好ましい。
- [0024] 第一生物処理水SSは、原水に含まれる分散菌由来SSと、菌体以外のSSと、第1生物処理槽1で生成した分散菌に由来するSSからなる。分散菌由来SSは菌体粒径が8 μ m未満、例えば1～5 μ m程度であり、菌体以外で濾過捕食型微小動物が捕食困難な主なSSは粒径が8 μ m超、例えば10～50 μ m程度である。従って、目開き8 μ mのフィルター通過SSを分散菌由来SSとすることが好ましい。なお、濾紙のような繊維では微細SSも捕捉してしまうので、フィルターとしては有孔板であるポリカーボネートフィルターを用いるのが好ましい。このSS測定結果に基づいて第二生物処理槽2の担体添加量などの運転条件を調整して、第二生物処理槽2の分散菌の負荷が限界を超えないようにする。
- [0025] 前述の通り、第一生物処理槽1では有機物の大部分、すなわち排水BODの70%以上、望ましくは80%以上を分解し、菌体へと安定して変換しておくのが好ましい。そのため、第一生物処理槽1においても、図2のように、排水部に担体分離スクリーン1cを設け、担体1aを添加して流動床を形成することが望ましい。ただし、第一生物処理槽1における担体の充填率が過度に高い場合、分散菌は生成せず、細菌は担体に付着するか、糸状性細菌が増殖する。そのため、第一生物処理槽1に添加する担体の充填率を20%以下、特に10%以下とすることにより、濃度変動に影響されず、捕食しやすい分散菌の生成を可能にすることが好ましい。第一生物処理槽1の担体1aとしては第二生物処理槽2の担体2aと同様のものを用いることができる。
- [0026] 第二生物処理槽2では、微小動物を維持するため、多量の足場が必要となるため、添加する担体の充填率を流動床の場合は10%以上、特に20%以上、例えば20～40%とすることが望ましい。
- [0027] 微小動物による捕食を促進させるため、第二生物処理槽のpHを7.0以下例えば6.0～7.0とするのが好ましい。

[0028] 運転初期や原水変動により負荷が低いときなど、第一生物処理槽 1 で溶解性有機物をほぼ完全に分解した場合、第二生物処理槽では担体への生物膜の形成がされにくくなり、また、微小動物増殖のための栄養も不足する。そこで、このような場合には、原水の一部を分流させて第二生物処理槽 2 に導入し、第二生物処理槽 2 の溶解性 BOD 汚泥負荷が $0.001 \text{ kg-BOD} / \text{kg-MLSS} / \text{d}$ 以上望ましくは $0.025 \sim 0.1 \text{ kg-BOD} / \text{kg-MLSS} / \text{d}$ となるように運転することが望ましい。

[0029] 第二生物処理槽 2 からの処理水を固液分離して水質の良好な処理水を得るようにしてもよい。固液分離手段としては沈殿池、凝集沈殿、凝集加圧浮上、膜分離のいずれか 1 又は 2 以上を用いることができる。図 3 はその一例を示すものであり、第二生物処理槽 2 からの処理水に対し反応槽 3 にて無機凝集剤を添加し、次いで凝集槽 4 にて高分子凝集剤を添加した後、沈殿槽 5 にて沈降分離処理し、処理水と沈降汚泥とに分離する。

実施例

[0030] [実施例 1]

図 2 のフローに従って、 $\text{BOD } 800 \text{ mg/L}$ 、 $\text{COD}_{\text{cr}} 1300 \text{ mg/L}$ の原水（食品工場排水の模擬排水）を処理した。第一生物処理槽 1 の容量は 2.5 L 、第二生物処理槽 2 の容量は 4.4 L である。第一生物処理槽 1 の DO を 0.5 mg/L とし、第二生物処理槽 2 は $\text{DO } 2 \sim 3 \text{ mg/L}$ で運転した。第一生物処理槽 1 には担体を充填率 5% で添加し、第二生物処理槽 2 には担体を充填率 40% で添加した。担体としては共に粒径 3 mm のポリウレタン製の角型スポンジ担体を用いた。

[0031] 第一生物処理槽 1 に対する BOD 容積負荷は $5.5 \text{ kg-BOD} / \text{m}^3 / \text{d}$ 、HRT 3.5 h 、全体での BOD 容積負荷 $2.0 \text{ kg-BOD} / \text{m}^3 / \text{d}$ 、HRT 9.6 h の条件で運転した。第一生物処理水中の SS 濃度は 600 mg/L で分散菌担体負荷が $5.9 \text{ kg-SS} / \text{m}^3\text{-担体} / \text{d}$ となっていた。その結果、第二生物処理水中の SS 濃度は 250 mg/L となり、汚泥転換率は $0.19 \text{ kg-SS} / \text{kg-COD}_{\text{cr}}$ となった。

[0032] [実施例 2]

実施例 1 において、第二生物処理槽 2 の後段に反応槽 3、凝集槽 4 及び沈殿槽 5 を設けて図 3 のフローとしたこと以外は同じ条件で原水を処理した。なお、無機凝集剤として $PAC\ 300\text{ mg/L}$ 、アニオン系高分子凝集剤として栗田工業社製クリフロック $PA\ 331$ を 1 mg/L 添加した。その結果、汚泥転換率は $0.19\text{ kg-SS/kg-COD}_r$ (PAC 汚泥は除く) で、処理水 COD_r 、 SS 濃度は 20 mg/L 以下と良好な処理水質を維持した。

[0033] [比較例 1]

実施例 1 において、第二生物処理槽 2 の担体充填率を 25% とし、第二生物処理槽 2 の担体 2 a への分散菌担体負荷が $9.4\text{ kg-SS/m}^3\text{-担体/d}$ となったこと以外は同じ条件で運転を実施した。その結果、捕食しきれない分散菌の流出により、汚泥転換率は $0.29\text{ kg-SS/kg-COD}_r$ となった。

[0034] [比較例 2]

実施例 2 において、第二生物処理槽 2 の担体充填率を 25% とし、第二生物処理槽 2 の担体 2 a への分散菌担体負荷が $9\text{ kg-SS/m}^3\text{-担体/d}$ となったこと以外は同じ条件で運転を実施した。その結果、捕食しきれない分散菌の流出により、汚泥転換率は $0.29\text{ kg-SS/kg-COD}_r$ (PAC 汚泥は除く) となった。また、処理水 SS を 20 mg/L 以下にするのに必要な凝集条件は $PAC\ 800\text{ mg/L}$ 、アニオンポリマーを 2 mg/L まで増加した。また、この条件でも処理水 $COD_r\ 30\text{ mg/L}$ と実施例 2 に比べ処理水質は悪化した。

[0035] 本発明を特定の態様を用いて詳細に説明したが、本発明の意図と範囲を離れることなく様々な変更が可能であることは当業者に明らかである。

なお、本出願は、2012 年 3 月 30 日付で出願された日本特許出願 (特願 2012-080521) に基づいており、その全体が引用により援用される。

請求の範囲

- [請求項1] 好気性の第一生物処理槽に有機性排水を通水して細菌により分散菌を生成し、該第一生物処理槽からの分散菌を含む第一生物処理水を、流動床担体を添加した好気性の第二生物処理槽に導入して微小動物に捕食させる有機性排水の生物処理方法において、
- 全体のBOD容積負荷を $5\text{ kg} / \text{m}^3 / \text{d}$ 以下とし、
- 第一生物処理水中の分散菌由来SSの、第二生物処理槽内の担体に対する負荷（以下、分散菌担体負荷という）を $8\text{ kg} - \text{SS} / \text{m}^3 - \text{担体} / \text{d}$ 以下とすることを特徴とする有機性排水の生物処理方法。
- [請求項2] 請求項1において、第一生物処理槽を担体充填率20%以下の流動床とし、第二生物処理槽を担体充填率10%以上の流動床とすることを特徴とする有機性排水の生物処理方法。
- [請求項3] 請求項1又は2において、第二生物処理槽処理水を凝集沈殿、凝集加圧浮上分離、及び膜分離の少なくとも1種よりなる固液分離手段により汚泥と処理水とに固液分離することを特徴とする有機性排水の生物処理方法。
- [請求項4] 請求項1ないし3のいずれか1項において、第二生物処理槽のpHを6～7とすることを特徴とする有機性排水の生物処理方法。
- [請求項5] 請求項1ないし4のいずれか1項において、第二生物処理槽に原水の一部を添加することを特徴とする有機性排水の生物処理方法。
- [請求項6] 請求項1ないし5のいずれか1項において、第一生物処理水のSSの内、分散菌由来のSSは、 $8\text{ }\mu\text{m}$ ポリカーボネートフィルターを通過する微細SSであることを特徴とする有機性排水の生物処理方法。