

明 細 書

発明の名称：有機性排水の生物処理方法および装置

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をはじめとした広い濃度範囲の有機性排水の処理に利用することができる有機性排水の生物処理方法および装置に関するものであり、特に、処理水質を悪化させることなく、処理効率を向上させ、かつ、余剰汚泥発生量の低減が可能な有機性排水の生物処理方法および装置に関する。

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、活性汚泥法におけるBOD容積負荷は一般に $0.5 \sim 0.8 \text{ kg/m}^3/\text{d}$ 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 $20 \sim 40\%$ が菌体、即ち汚泥へと変換されるため、大量の余剰汚泥が発生する。

[0003] 有機性排水を高負荷処理する方法として、担体を添加した流動床法が知られている。この方法では、 $3 \text{ kg/m}^3/\text{d}$ 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、この方法では発生汚泥量は分解したBODの $30 \sim 50\%$ 程度であり、通常の活性汚泥法より多い。

[0004] 特開昭55-20649号公報には、有機性排水をまず、第一処理槽で細菌により処理し、排水に含まれる有機物を酸化分解して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捕食除去させることで余剰汚泥の減量化が可能になることが記載されている。さらに、こ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とされている。

[0005] 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捕食を利用した廃水処理方法は、多数提案されている。

[0006] 例えば、特開2000-210692号公報では、特開昭55-2064

9号公報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が提案されている。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種汚泥又は微生物製剤を第一処理槽に添加する」等の方法が提案されている。

[0007] 特公昭60-23832号公報では、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捕食させる際に、超音波処理または機械攪拌により、これら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。

[0008] 特開2006-51414、特開2006-51415、特開2006-247494、特開2008-36580、特開2009-202115にも微小動物の捕食作用を利用した多段活性汚泥法が記載されている。

[0009] このような微小動物の捕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%程度の発生活泥量の減量化が可能となっている。

[0010] 流動床と活性汚泥法の多段処理に関する発明としては、特許第3410699号公報に記載のものがある。この方法では、後段の活性汚泥法をBOD汚泥負荷 $0.1\text{ kg-BOD/kg-MLSS/d}$ の低負荷で運転することで、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としている。

先行技術文献

特許文献

[0011] 特許文献1：特開昭55-20649号公報

特許文献2：特開2000-210692号公報

特許文献3：特公昭60-23832号公報

特許文献4：特許第3410699号公報

特許文献5：特開2006-51414号公報

特許文献6：特開2006-51415号公報

特許文献7：特開2006-247494号公報

特許文献8：特開2008-36580号公報

特許文献9：特開2009-202115号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0012] 生物処理においては、槽負荷を大きくすることにより、生物処理槽を小型化できる。しかしながら、微小動物の捕食作用を利用した多段活性汚泥法において、高負荷処理を行うと、処理水質が悪化する。即ち、前段の生物処理槽で排水に含まれる有機物を分散菌体に変換し、後段の生物処理槽で分散菌体を微小動物に捕食させる際、微小動物量が分散菌体量に比べて少ないと、食い残しが生じ、沈殿槽で沈降することなく、処理水に流出することがある。

[0013] 汚泥減量に寄与する微小動物には、濾過捕食型のものと凝集体捕食型のものがある。このうち、凝集体捕食型の微小動物は、フロック化した汚泥をかじりながら捕食することも可能であるため、凝集体捕食型微小動物が優先化した場合、処理水質は悪化してしまう。従って、処理水質の向上のためには、微小動物のうち、濾過捕食型のものを優先させることが有効である。しかしながら、従来、濾過捕食型の微小動物の増殖と凝集体捕食型の微小動物の増殖を制御する方法は提案されておらず、特に高負荷での排水処理において微小動物を用いた汚泥減量を行う場合、運転条件によっては、予期しない処理水質悪化が発生する。

[0014] 本発明は上記従来の問題点を解決し、微小動物の捕食作用を利用した多段活性汚泥法により、 COD_{Cr} 容積負荷 $1.0 \text{ kg} / \text{m}^3 / \text{d}$ 以上又は BOD 容積負荷 $0.5 \text{ kg} / \text{m}^3 / \text{d}$ 以上というような高負荷処理を行うに当たり、濾過捕食型の微小動物を積極的に優先させると共に、処理水質悪化を引き起こす凝集体捕食型の微小動物の増殖を抑制し、処理効率の向上、汚泥の減容化、及び処理水質の向上を図る有機性排水の生物処理方法及び装置を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0015] 本発明者らは、上記課題を解決するべく鋭意検討した結果、微小動物の捕食作用を利用した多段活性汚泥法において、前段の生物処理槽に一過式で有機物を処理する槽を設けて、分散菌を生成させ、後段の生物処理槽で、必要な微小動物を積極的に優先化させ、処理水質悪化を引き起こす凝集体（フロック）捕食型微小動物の増殖を抑制させるために、後段の生物処理槽において、凝集体捕食型の微小動物の増殖速度以上の滞留時間で汚泥を引き抜くと共に、この生物処理槽に微小動物保持担体を設け、分散菌を効率的に捕食して汚泥の固液分離性と処理水質向上に寄与する固着性の濾過捕食型微小動物を保持することにより、安定した高負荷処理が可能となることを見出した。

[0016] 本発明はこのような知見に基いて達成されたものである。

[0017] 本発明の有機性排水の生物処理方法では、全生物処理槽の負荷を、 COD_c 容積負荷 $1.0 \text{ kg} / \text{m}^3 / \text{d}$ 以上又は BOD 容積負荷 $0.5 \text{ kg} / \text{m}^3 / \text{d}$ 以上として、好気条件下に生物処理を行う有機性排水の生物処理方法であって、該好気性生物処理槽を二段以上の多段に設け、第一生物処理槽に有機性排水を導入して細菌により生物処理し、該第一生物処理槽からの分散状態の細菌を含む第一生物処理水を第二生物処理槽以降の生物処理槽に通水して生物処理し、該第二生物処理槽以降の生物処理槽の処理水を沈殿槽で固液分離し、分離汚泥の一部を該第二生物処理槽以降の生物処理槽に返送する有機性排水の生物処理方法において、該第二生物処理槽以降の生物処理槽に微小動物を保持する担体を設ける。

[0018] 本発明の有機性排水の生物処理装置では、全生物処理槽の負荷を、 COD_c 容積負荷 $1.0 \text{ kg} / \text{m}^3 / \text{d}$ 以上又は BOD 容積負荷 $0.5 \text{ kg} / \text{m}^3 / \text{d}$ 以上として、好気条件下に生物処理を行う有機性排水の生物処理装置であって、好気性生物処理槽を二段以上の多段に設け、第一生物処理槽に有機性排水を導入して細菌により生物処理し、該第一生物処理槽からの分散状態の細菌を含む第一生物処理水を第二生物処理槽以降の生物処理槽に通水して生物処理し、第二生物処理槽以降の生物処理槽の処理水を沈殿槽で固液分離し、分離汚泥の一部を該第二生物処理槽以降の生物処理槽に返送する有機性排水

の生物処理装置において、該第二生物処理槽以降の生物処理槽に微小動物を保持する担体が設けられている。

[0019] 前記第二生物処理槽以降の生物処理槽の槽内汚泥に対する溶解性BOD汚泥負荷は、好ましくは $0.025 \sim 0.050 \text{ kg/kg-MLSS/d}$ である。

[0020] 前記第二生物処理槽以降の生物処理槽内に設けられた担体は、好ましくは担体の少なくとも一部が該生物処理槽に直接または固定具を介して固定された担体である。

[0021] 前記有機性排水の一部を前記第一生物処理槽を経ることなく前記第二生物処理槽以降の生物処理槽に導入してもよい。

[0022] 前記第二生物処理槽以降の生物処理槽のSRT（固形分滞留時間）は、好ましくは50日以下特に好ましくは10～50日である。

発明の効果

[0023] 本発明では、 COD_c 容積負荷 $1.0 \text{ kg/m}^3/\text{d}$ 以上又はBOD容積負荷 $0.5 \text{ kg/m}^3/\text{d}$ 以上というような高負荷処理であっても、微小動物の捕食作用を利用した多段活性汚泥法において、微小動物を保持する生物処理槽に微小動物保持担体を設けると共に、凝集体捕食型の微小動物の増殖速度以上の滞留時間で汚泥を引き抜くことにより、処理水質を悪化させる凝集体捕食型の微小動物の増殖を抑制して、この生物処理槽内に、分散菌を効率的に捕食して汚泥の固液分離性と処理水質向上に寄与する固着性の濾過捕食型微小動物を安定に保持することが可能となる。

[0024] このため、本発明によれば、有機性排水の効率的な生物処理が可能になり、以下のような効果が奏される。

- 1) 排水処理時に発生する汚泥の大幅な減量化
- 2) 高負荷運転による処理効率の向上
- 3) 安定した処理水質の維持

図面の簡単な説明

[0025] [図1]本発明の有機性排水の生物処理方法及び装置の実施の形態を示す系統図

である。

[図2]本発明の有機性排水の生物処理方法及び装置の他の実施の形態を示す系統図である。

発明を実施するための形態

[0026] 以下に図面を参照して本発明の有機性排水の生物処理方法及び装置の実施の形態を詳細に説明する。

[0027] 図1, 2は本発明の有機性排水の生物処理方法及び装置の実施の形態を示す系統図である。

図1, 2において、1は第一生物処理槽、2は第二生物処理槽、3は沈殿槽、11, 21は散気管、22は微小動物保持担体であり、図1, 2において同一機能を奏する部材には同一符号を付してある。

[0028] 図1の態様では、原水（有機性排水）は第一生物処理槽1に導入され、分散性細菌（非凝集性細菌）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%以上が酸化分解される。この第一生物処理槽1のpHは6以上、望ましくは8以下とする。ただし、食品製造排水など原水中に油分を多く含む場合や、半導体製造排水や液晶製造排水など原水中に有機系の溶媒や洗浄剤を多く含む場合にはpHは8以上としても良い。

[0029] 第一生物処理槽1への通水は、好ましくは一過式とされる。第一生物処理槽1のBOD容積負荷を $1\text{ kg}/\text{m}^3/\text{d}$ 以上、例えば $1\sim 20\text{ kg}/\text{m}^3/\text{d}$ 、HRT（原水滞留時間）は24h以下、好ましくは8h以下、例えば0.5～8hとすることにより、分散性細菌が優占化した処理水を得ることができ、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。

[0030] 第一生物処理槽1には、後段の生物処理槽からの污泥の一部を返送したり、この第一生物処理槽1を二槽以上の多段構成としたり、担体を添加したりすることにより、BOD容積負荷 $5\text{ kg}/\text{m}^3/\text{d}$ 以上の高負荷処理も可能となる。

- [0031] 第一生物処理槽 1 に担体を添加する場合、担体の形状は、球状、ペレット状、中空筒状、糸状、板状等の任意であり、大きさも 0.1 ～ 10 mm 程度の径において任意である。また、担体の材料も天然素材、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。また、第一生物処理槽 1 に添加する担体の充填率が高い場合、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。そこで、第一生物処理槽 1 に添加する担体の充填率を 10 % 以下、望ましくは 5 % 以下とすることで、濃度変動に影響されず、捕食しやすい分散菌の生成が可能になる。
- [0032] この第一生物処理槽 1 は溶存酸素 (DO) 濃度を 1 mg / L 以下、好ましくは 0.5 mg / L 以下として、糸状性細菌の増殖を抑制しても良い。
- [0033] 第一生物処理槽 1 で溶解性有機物を完全に分解した場合、第二生物処理槽 2 ではフロックが形成されず、また、微小動物増殖のための栄養も不足し、圧密性の低い汚泥のみが優占化した生物処理槽となる。従って、第一生物処理槽 1 での有機成分の分解率は 100 % ではなく、95 % 以下、望ましくは 85 ～ 90 % となるようにすることが好ましい。
- [0034] 第一生物処理槽 1 の処理水 (第一生物処理水) は、後段の第二生物処理槽 2 に通水し、ここで、残存している有機成分の酸化分解、分散性細菌の自己分解及び微小動物の捕食による余剰汚泥の減量化を行う。
- [0035] 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及び処理装置を用いる必要がある。そこで第二生物処理槽 2 には、汚泥返送を行う活性汚泥法を用いることが望ましい。また、この第二生物処理槽 2 は二槽以上の多段構成としても良い。
- [0036] 本発明においては、この第二生物処理槽 2 内に微小動物保持担体 22 を設ける。さらに、槽内汚泥に対する溶解性 BOD 汚泥負荷を 0.025 ～ 0.050 kg / kg - MLSS / d とすることにより、微小動物、特に分散菌を効率的に捕食して汚泥の固液分離性と処理水質向上に寄与する固着性の濾過捕食型微小動物の槽内保持量を高める。

[0037] 即ち、第二生物処理槽 2 では、分散状態の菌体を捕食する濾過捕食型微小動物だけでなく、フロック化した汚泥を捕食できる凝集体捕食型微小動物も増殖する。後者は遊泳しながら、フロックを捕食するため、優先化した場合、汚泥は食い荒らされ、微細化したフロック片が散在する汚泥となる。このフロック片が処理水質を悪化させる。そこで、本発明では、この第二生物処理槽 2 において、槽内汚泥に対する溶解性 BOD 汚泥負荷を $0.025 \sim 0.050 \text{ kg/kg-MLSS/d}$ とする。また、槽汚泥を定期的に入れ替える、即ち、微小動物や糞を間引くため、第二生物処理槽 2 の SRT（固形分滞留時間）を望ましくは 50 日以下、特に 45 日以下とりわけ 40 日以下とし、また、望ましくは 10 日以上特に 20 日以上 の範囲内で一定に制御する。ここで、 $\text{SRT} = (\text{槽内浮遊汚泥濃度} \cdot \text{曝気槽容積}) / (\text{引き抜き汚泥濃度} \cdot \text{1 日当たりの引き抜き量})$ である。

[0038] その上で、分散状態の菌体を捕食する濾過捕食型微小動物を第二生物処理槽 2 内に維持するために、第二生物処理槽 2 内に微小動物保持担体 22 を設ける。即ち、この種の微小動物は汚泥フロックに固着し、系内に維持されるが、汚泥は一定の滞留時間で系外へ引き抜かれるため、供給源を系内に設ける必要がある。この時、担体を粒状や角型の流動床とすると、流動のための剪断力で、高濃度での安定保持ができなくなるため、担体充填率を上げる必要がある。

[0039] そこで、本発明では、第二生物処理槽 2 に設ける担体として、流動担体ではなく、担体の少なくとも一部が、第二生物処理槽 2 の底面、側面、上部等のいずれかに直接または固定具を介して固定された固定担体とすることが好ましい。その場合の担体 22 の形状は糸状、板状、短冊状等任意である。また、担体 22 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。望ましくは多孔質のポリウレタンフォームなどの合成樹脂発泡体である。担体は、一辺の長さが $100 \sim 400 \text{ cm}$ であり、それと直交する辺の長さが $5 \sim 200 \text{ cm}$ であり、厚さが $0.5 \sim 5 \text{ cm}$ である板状ないし短冊状とすることが望ましい。図 1 の態様ではシート状の固定

担体の左右両端を第二生物処理槽 2 の底面に間隔をおいて鉛直向きに固定されている 2 本の棒状固定具 23 にそれぞれ固定した。

[0040] 第二生物処理槽 2 では、微小動物を維持するための多量の足場が必要となるが、過度に担体の充填率が多いと槽内の混合不足、汚泥の腐敗などが起こるため、添加する担体の充填率は、0.1～20%程度とすることが望ましい。

[0041] 本発明において、第二生物処理槽 2 へ投入する第一生物処理水中に有機物が多量に残存した場合、その酸化分解は後段の処理槽で行われることになる。微小動物が多量に存在する第二生物処理槽 2 で細菌による有機物の酸化分解が起こると、微小動物の捕食から逃れるための対策として、捕食されにくい形態で増殖することが知られており、このように増殖した細菌群は微小動物により捕食されず、これらの分解は自己消化のみに頼ることとなり、汚泥発生量低減の効果が下がってしまう。そこで、前述のように、第一生物処理槽では有機物の大部分、すなわち原水 BOD の 70% 以上、望ましくは 80% 以上を分解し、菌体へと変換しておく必要がある。よって、後段生物処理槽への溶解性 BOD による槽内汚泥負荷で表すと $0.025 \sim 0.050 \text{ kg} / \text{kg} - \text{MLSS} / \text{d}$ で運転することが好ましい。槽内汚泥に対する溶解性 BOD 汚泥負荷が $0.050 \text{ kg} / \text{kg} - \text{MLSS} / \text{d}$ よりも大きいと、汚泥減溶化効果が損なわれ、 $0.025 \text{ kg} / \text{kg} - \text{MLSS} / \text{d}$ を下回ると、沈殿槽で沈降分離できないことがある。なお槽内汚泥とは浮遊汚泥と担体付着汚泥の合計である。

[0042] 図 1 において、第二生物処理槽 2 からの処理水は、沈殿槽 3 に送給して固液分離し、分離水を処理水として取り出すと共に、分離汚泥の一部を第二生物処理槽 2 の上流（第二生物処理槽 2 であってもよい）に返送し、残部を余剰汚泥として系外へ排出する。

[0043] 図 2 に示す態様は、原水の一部、例えば、5～50% 特に 5～20% 程度を、第一生物処理槽 1 を経ることなく直接第二生物処理槽 2 に導入する点が図 1 に示す態様と異なり、その他は同様の構成とされている。このように、

原水の一部を直接第二生物処理槽 2 に導入することにより、原水変動時（負荷低下時）の第二生物処理槽の負荷不足を回避できるという効果が奏される。

[0044] 図 1, 2 は、本発明の実施の形態の一例を示すものであり、本発明は何ら図示のものに限定されない。例えば、第一生物処理槽、第二生物処理槽は、前述の如く、2 段以上の多段構成としてもよく、従って、本発明では、生物処理槽を 3 段以上に設けてもよい。

[0045] いずれの態様においても、本発明によれば、全生物処理槽の負荷を COD_c 容積負荷 $1.0 \text{ kg/m}^3/\text{d}$ 以上又は BOD 容積負荷 $0.5 \text{ kg/m}^3/\text{d}$ 以上というような高負荷処理を行うに当たり、第二生物処理槽以降の生物処理槽に微小動物保持担体を設けると共に、その槽内汚泥に対する溶解性 BOD 汚泥負荷を $0.025 \sim 0.050 \text{ kg/kg-MLSS/d}$ とすることにより、凝集体捕食型微小動物の優先化を抑制することで、汚泥減量と処理水水質の向上とを両立させることができ、安定した高負荷処理が可能となる。

実施例

[0046] 以下に実施例及び比較例を挙げて本発明をより具体的に説明する。

[0047] [実施例 1]

図 1 に示す如く、容量が 36 L の第一生物処理槽 1 と、容量が 150 L の第二生物処理槽 2 と、容量が 50 L の沈殿槽 3 とを連結させた実験装置を用いて、本発明による有機性排水の処理を行った。原水は、 COD_{Cr} : 2000 mg/L , BOD : 1280 mg/L の人口基質を含むものである。

各生物処理槽の処理条件は次の通りとした。

[0048] <第一生物処理槽>

DO : 0.5 mg/L

BOD 容積負荷: $7.7 \text{ kg-BOD/m}^3/\text{d}$

HRT : 4 h

pH : 7.0

<第二生物処理槽>

DO : 4 mg / L

担体充填率 : 2 %

HRT : 17 h

SRT : 25 日

pH : 7.0

[0049] なお、第二生物処理槽2の担体12としては板状のポリウレタンフォーム(100cm×30cm×1cm/1枚)を用い、槽の中央の垂直面に対して、散気管21と対称となる位置に、底部と左右とを槽壁面に固定した。

また、装置全体でのBOD容積負荷は1.5kg-BOD/m³/dであり、装置全体でのHRTは21hで、第二生物処理槽2の槽内汚泥に対する溶解性BOD汚泥負荷は0.046kg/kg-MLSS/dであった。

[0050] その結果、第二生物処理槽2内の汚泥フロック、担体には固着性の濾過捕食型微小動物(ツリガネムシ、ヒルガタワムシ)が優先化し、汚泥転換率は0.10kg-MLSS/kg-COD_{Cr}となった。

処理水(沈殿槽3の分離水)水質は、溶解性COD_{Cr}濃度が50mg/L未満、SSが20mg/L未満と、試験期間中、常時良好な状態を維持していた。

[0051] [比較例1]

第二生物処理槽に担体を設けなかったこと以外は実施例1と同様の条件で処理を行った。

原水の水質、第一、第二生物処理槽の処理条件並びに全体のBOD容積負荷及びHRTは実施例1と同一である。

その結果、汚泥転換率は0.10kg-MLSS/kg-COD_{Cr}となった。しかしながら、凝集体捕食型微小動物数が優占化したことで処理水質は悪化し、試験期間を通じて、処理水の溶解性COD_{Cr}は80mg/L以上、処理水SSは50mg/L以上と悪かった。

[0052] [実施例2]

原水として、 $COD_{Cr} : 670 \text{ mg/L}$ 、 $BOD : 430 \text{ mg/L}$ の人工基質を含むものを用い、第一生物処理槽に対する BOD 容積負荷： $2.6 \text{ kg-BOD/m}^3/\text{d}$ 、全体での BOD 容積負荷： $0.5 \text{ kg-BOD/m}^3/\text{d}$ ($0.78 \text{ kg-COD}_{Cr}/\text{m}^3/\text{d}$)、 $HRT 21 \text{ h}$ 、第二生物処理槽の槽内汚泥に対する溶解性 BOD 汚泥負荷は $0.025 \text{ kg/kg-MLSS/d}$ の条件で運転したこと以外は、実施例1と同様の条件で処理を行った。

その結果、第二生物処理槽の汚泥フロック、担体には固着性の濾過捕食型微小動物（ツリガネムシ、ヒルガタワムシ）が優先化し、汚泥転換率は $0.08 \text{ kg-MLSS/kg-COD}_{Cr}$ となった。処理水質は、溶解性 COD_{Cr} 濃度が 30 mg/L 未満、 SS が 10 mg/L 未満と、試験期間中、常時良好な状態を維持していた。

[0053] [比較例2]

第二生物処理槽に担体を設けなかったこと以外は実施例2と同様の条件で処理を行った。

原水の水質、第一、第二生物処理槽の処理条件並びに全体の BOD 容積負荷及び HRT は実施例2と同一である。

その結果、汚泥転換率は $0.08 \text{ kg-MLSS/kg-COD}_{Cr}$ となった。しかしながら、凝集体捕食型微小動物数が定期的に優占化したことで処理水質は悪化し、試験期間の半分以上は、処理水溶解性 COD_{Cr} が 50 mg/L 以上、処理水 SS は 30 mg/L 以上と実施例2に比べ悪かった。

[0054] [実施例3]

原水として、 $COD_{Cr} : 6700 \text{ mg/L}$ 、 $BOD : 4350 \text{ mg/L}$ の人工基質を含むものを用い、第一生物処理槽に対する BOD 容積負荷： $17.5 \text{ kg-BOD/m}^3/\text{d}$ 、全体での BOD 容積負荷： $5 \text{ kg-BOD/m}^3/\text{d}$ 、第一生物処理槽 $HRT 6 \text{ h}$ 、第二生物処理槽 $HRT 15 \text{ h}$ 、第二生物処理槽の担体充填率5%、 $SRT 50$ 日、第二生物処理槽の槽内汚泥に対する溶解性 BOD 汚泥負荷 $0.05 \text{ kg/kg-MLSS/d}$ の条件で運転し

たこと以外は、実施例 1 と同様の条件で処理を行った。

その結果、第二生物処理槽の污泥フロック、担体には固着性の濾過捕食型微小動物（ツリガネムシ、ヒルガタワムシ）が優先化し、污泥転換率は $0.09 \text{ kg-MLSS/kg-COD}_c$ となった。処理水質は、溶解性 COD_c 濃度が 60 mg/L 未満、SS が 30 mg/L 未満と、試験期間中、常時ほぼ良好な状態を維持していた。

[0055] 実施例 3 より、容積負荷が大きくても排水をそれなりに処理できることが認められた。

[0056] [比較例 3]

第二生物処理槽に担体を設けず、原水として、 COD_c : 550 mg/L , BOD : 350 mg/L の人工基質を含むものを用い、第一生物処理槽に対する BOD 容積負荷 : $2.1 \text{ kg-BOD/m}^3/\text{d}$ 、全体での BOD 容積負荷 : $0.4 \text{ kg-BOD/m}^3/\text{d}$ 、第二生物処理槽の槽内污泥に対する溶解性 BOD 污泥負荷 $0.025 \text{ kg/kg-MLSS/d}$ の条件で運転したこと以外は、実施例 1 と同様の条件で処理を行った。

その結果、第二生物処理槽の污泥フロック、担体には固着性の濾過捕食型微小動物（ツリガネムシ、ヒルガタワムシ）が優先化し、污泥転換率は $0.08 \text{ kg-MLSS/kg-COD}_c$ となった。処理水質は、溶解性 COD_c 濃度が 30 mg/L 未満、SS が 10 mg/L 未満と、試験期間中、常時良好な状態を維持していた。

[0057] 比較例 3 より、全体の BOD 容積負荷が小さいと、担体がなくても処理水質が良好になることが認められた。

[0058] [実施例 4]

原水として、実施例 1 と同一のものを用い、第一生物処理槽 HRT を 5.7 h とし、第二生物処理槽 HRT を 17 h とし、第一生物処理槽に対する BOD 容積負荷 : $5.4 \text{ kg-BOD/m}^3/\text{d}$ 、全体での BOD 容積負荷 : $1.5 \text{ kg-BOD/m}^3/\text{d}$ 、原水を 30% バイパスすることで第二生物処理槽の槽内污泥に対する溶解性 BOD 污泥負荷 0.06 kg/kg-MLSS

／dの条件で運転したこと以外は、実施例1と同様の条件で処理を行った。

その結果、第二生物処理槽の污泥フロック、担体には固着性の濾過捕食型微小動物（ツリガネムシ、ヒルガタワムシ）が優先化し、污泥転換率は $0.11 \text{ kg-MLSS/kg-COD}_r$ となった。処理水質は、溶解性 COD_r 濃度が 60 mg/L 未満、SSが 30 mg/L 未満と、試験期間中、常時ほぼ良好な状態を維持していた。

[0059] 実施例4より、污泥負荷が大きくても処理水の水質はそれなりに良好になることが認められた。

[0060] [実施例5]

第二生物処理槽の担体を流動床スポンジ担体（担体充填率は2%）とし、第二生物処理槽SRT30日、第二生物処理槽の槽内污泥に対する溶解性BOD污泥負荷は $0.04 \text{ kg/kg-MLSS/d}$ の条件で運転したこと以外は、実施例1と同様の条件で処理を行った。

その結果、第二生物処理槽の污泥フロック、担体には固着性の濾過捕食型微小動物（ツリガネムシ、ヒルガタワムシ）が優先化し、污泥転換率は $0.11 \text{ kg-MLSS/kg-COD}_r$ となった。処理水質は、溶解性 COD_r 濃度が 50 mg/L 未満、SSが 30 mg/L 未満と、試験期間中、常時ほぼ良好な状態を維持していた。

[0061] 実施例5でも、排水をほぼ良好に処理することができたが、担体への微小動物の定着数が少ないことが認められた。

[0062] [実施例6]

実施例2において、原水の10%を直接に第二生物処理槽に供給するようにし、第二生物処理槽のSRTを45日としたこと以外は、実施例2と同様の条件で処理を行った。

その結果、第二生物処理槽の污泥フロック、担体には固着性の濾過捕食型微小動物（ツリガネムシ、ヒルガタワムシ）が優先化し、污泥転換率は $0.07 \text{ kg-MLSS/kg-COD}_r$ となった。処理水質は、溶解性 COD_r 濃度が 30 mg/L 未満、SSが 10 mg/L 未満と、試験期間中、常時良

好な状態を維持していた。

[0063] 実施例 6 より、原水の一部をバイパスしても、バイパスしない場合と同等以上の水質の処理水が得られることが認められた。

[0064] [実施例 7]

原水として実施例 1 と同一のものをい、第一生物処理槽 H R T 4 h、第二生物処理槽 H R T 1 7 h とし、第二生物処理槽 S R T を 6 0 日、第二生物処理槽の槽内汚泥に対する溶解性 B O D 汚泥負荷 $0.03 \text{ kg} / \text{kg} - \text{MLSS} / \text{d}$ の条件で運転したこと以外は、実施例 1 と同様の条件で処理を行った。

その結果、第二生物処理槽の汚泥フロック、担体には固着性の濾過捕食型微小動物（ツリガネムシ、ヒルガタワムシ）が優先化し、汚泥転換率は $0.08 \text{ kg} - \text{MLSS} / \text{kg} - \text{COD}_r$ となった。処理水質は、溶解性 COD_r 濃度が $70 \text{ mg} / \text{L}$ 未満、SS が $50 \text{ mg} / \text{L}$ 未満と、試験期間中、常時まらず良好な状態を維持していた。ただし、担体への微小動物の定着数が実施例 1 よりも少ないことが認められた。

[0065] 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、2011 年 3 月 16 日付で出願された日本特許出願（特願 2011-058035）及び 2012 年 1 月 6 日付で出願された日本特許出願（特願 2012-001290）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] 全生物処理槽の負荷を、 COD_c 容積負荷 $1.0 \text{ kg} / \text{m}^3 / \text{d}$ 以上又は BOD 容積負荷 $0.5 \text{ kg} / \text{m}^3 / \text{d}$ 以上として、好気条件下に生物処理を行う有機性排水の生物処理方法であって、該好気性生物処理槽を二段以上の多段に設け、第一生物処理槽に有機性排水を導入して細菌により生物処理し、該第一生物処理槽からの分散状態の細菌を含む第一生物処理水を第二生物処理槽以降の生物処理槽に通水して生物処理し、該第二生物処理槽以降の生物処理槽の処理水を沈殿槽で固液分離し、分離汚泥の一部を該第二生物処理槽以降の生物処理槽に返送する有機性排水の生物処理方法において、
- 該第二生物処理槽以降の生物処理槽に微小動物を保持する担体を設け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、前記第二生物処理槽以降の生物処理槽の槽内汚泥に対する溶解性 BOD 汚泥負荷を $0.025 \sim 0.050 \text{ kg} / \text{kg} - \text{MLSS} / \text{d}$ 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、前記第二生物処理槽以降の生物処理槽内に設けられた担体は担体の少なくとも一部が該生物処理槽に直接または固定具を介して固定された担体であ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、前記有機性排水の一部を前記第一生物処理槽を経ることなく前記第二生物処理槽以降の生物処理槽に導入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、前記第二生物処理槽以降の生物処理槽の SRT （固形分滞留時間）が50日以下であ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4のいずれか1項において、前記第二生物処理槽以降の生物処理槽の SRT （固形分滞留時間）が10～50日であるこ

とを特徴とする有機性排水の生物処理方法。

[請求項7] 全生物処理槽の負荷を、 COD_c 容積負荷 $1.0 \text{ kg} / \text{m}^3 / \text{d}$ 以上又は BOD 容積負荷 $0.5 \text{ kg} / \text{m}^3 / \text{d}$ 以上として、好気条件下に生物処理を行う有機性排水の生物処理装置であって、好気性生物処理槽を二段以上の多段に設け、第一生物処理槽に有機性排水を導入して細菌により生物処理し、該第一生物処理槽からの分散状態の細菌を含む第一生物処理水を第二生物処理槽以降の生物処理槽に通水して生物処理し、第二生物処理槽以降の生物処理槽の処理水を沈殿槽で固液分離し、分離汚泥の一部を該第二生物処理槽以降の生物処理槽に返送する有機性排水の生物処理装置において、

該第二生物処理槽以降の生物処理槽に微小動物を保持する担体が設けられていることを特徴とする有機性排水の生物処理装置。

[請求項8] 請求項7において、前記第二生物処理槽以降の生物処理槽の槽内汚泥に対する溶解性 BOD 汚泥負荷が $0.025 \sim 0.050 \text{ kg} / \text{kg} - \text{MLSS} / \text{d}$ であることを特徴とする有機性排水の生物処理装置。

[請求項9] 請求項7又は8において、前記第二生物処理槽以降の生物処理槽内に設けられた担体は担体の少なくとも一部が該生物処理槽に直接または固定具を介して固定された担体であることを特徴とする有機性排水の生物処理装置。

[請求項10] 請求項7ないし9のいずれか1項において、前記有機性排水の一部を前記第一生物処理槽を経ることなく前記第二生物処理槽以降の生物処理槽に導入する手段を有することを特徴とする有機性排水の生物処理装置。

[請求項11] 請求項7ないし10のいずれか1項において、前記第二生物処理槽以降の生物処理槽の SRT （固形分滞留時間）が50日以下であることを特徴とする有機性排水の生物処理装置。