

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 8 月 11 日 (11.08.2005)

PCT

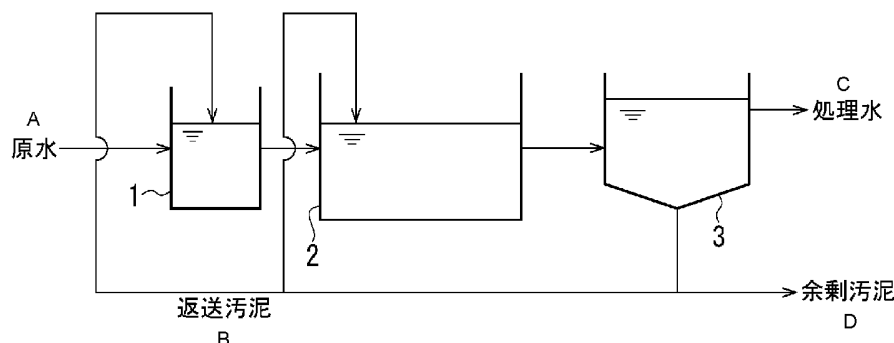
(10) 国際公開番号
WO 2005/073134 A1

- (51) 国際特許分類: C02F 3/12, 1/44, 3/08, 11/02 [JP/JP]; 〒1608383 東京都新宿区西新宿三丁目 4 番 7 号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/000891
- (22) 国際出願日: 2005 年 1 月 25 日 (25.01.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2004-025702 2004 年 2 月 2 日 (02.02.2004) JP
特願2004-099967 2004 年 3 月 30 日 (30.03.2004) JP
特願2004-170121 2004 年 6 月 8 日 (08.06.2004) JP
特願2004-233257 2004 年 8 月 10 日 (10.08.2004) JP
特願2004-233258 2004 年 8 月 10 日 (10.08.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 栗田工業株式会社 (KURITA WATER INDUSTRIES LTD.)
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 藤島繁樹 (FUJISHIMA, Shigeki) [JP/JP]; 〒1608383 東京都新宿区西新宿三丁目 4 番 7 号 栗田工業株式会社内 Tokyo (JP).
依田元之 (YODA, Motoyuki) [JP/JP]; 〒1608383 東京都新宿区西新宿三丁目 4 番 7 号 栗田工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 重野剛 (SHIGENO, Tsuyoshi); 〒1600022 東京都新宿区新宿二丁目 5 番 10 号日伸ビル 9 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,

/ 続葉有 /

(54) Title: PROCESS FOR BIOLOGICAL TREATMENT OF ORGANIC WASTE WATER AND APPARATUS THEREFOR

(54) 発明の名称: 有機性排水の生物処理方法及び装置



A... RAW WATER
B... RETURNED SLUDGE
C... TREATED WATER
D... EXCESS SLUDGE

(57) Abstract: A multistage active sludge process utilizing the predatory activity of small organisms, in which while maintaining the stable quality of treated water, further enhancement of disposal efficiency and reduction of the volume of excess sludge generated can be realized. There is provided a process comprising the first biological treatment step of conducting high-load treatment of BOD contained in an organic waste water to thereby convert the same to dispersed microbial cells and the second biological treatment step of flocculating the dispersed microbial cells resulting from the conversion and causing small organisms to coexist therewith. The second biological treatment step is carried out at a pH value of 5 to 6. Alternatively, an excess sludge treating step, wherein the sludge resulting from the second biological treatment step and/or the sludge obtained by solid-liquid separation of the sludge resulting from the second biological treatment step is at least partially decomposed in aerobic conditions and wherein the resultant treated sludge is returned to the first biological treatment step and/or the second biological treatment step, is carried out at a pH value of 5 to 6.

(57) 要約: 微小生物の捕食作用を利用した多段活性汚泥法は、安定した処理水質を維持した上でより一層の処理効率の向上と余剰汚泥発生量の低減を実現する。この方法は、有機性排水中のBODを高負荷処理して分散菌体に変換する第1の生物処理工程と、変換された分散菌体をフロック化すると共に微

/ 続葉有 /



DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

小生物を共存させる第2の生物処理工程とを有する。第2の生物処理工程をpH5～6の条件下に行う。或いは、第2の生物処理工程の汚泥及び／又は第2の生物処理工程の汚泥を固液分離し、得られた汚泥の少なくとも一部を好気条件で分解し、処理汚泥を第1の生物処理工程及び／又は第2の生物処理工程に返送する余剰汚泥処理工程をpH5～6の条件下で行う。

明 細 書

有機性排水の生物処理方法及び装置

発明の分野

[0001] 本発明は有機性排水の生物処理方法及び装置に関する。

発明のバックグラウンド

[0002] 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が望まれている。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が望まれている。

[0003] 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 $0.5 \sim 0.8 \text{ kg/m}^3/\text{d}$ 程度であるため、広い敷地面積が必要となる。分解したBODの20%が菌体、即ち汚泥へと変換されるため、大量の余剰汚泥処理が生じる。

[0004] 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、 $3 \text{ kg/m}^3/\text{d}$ 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%程度であり、通常の活性汚泥法よりも多い。

[0005] 特公昭56-48235号公報は、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捕食除去させる方法を開示する。この方法は、余剰汚泥を減量する。特公昭62-54073号公報においても同様の2段生物処理が記載されている。これらの方法では、高負荷運転も可能となり、活性汚泥処理効率も向上する。

[0006] 特許第3360076号公報には、このような2段生物処理法において、原生動物を含む活性汚泥を生物処理槽から引き抜いて、反応処理槽で殺菌及び可溶化処理して生物処理槽へ戻すことにより、余剰汚泥発生量を更に低減する方法が記載されている。

- [0007] 特許第3410699号公報には、前段の生物処理を担体流動床式とし、後段の生物処理を多段活性汚泥処理とすることにより、余剰汚泥発生量を更に低減する方法が記載されている。この方法では後段の活性汚泥処理を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。
- [0008] 特公昭55-20649号公報では、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捕食除去させることにより、余剰汚泥の減量化が可能になるとしている。更に、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。
- [0009] 例えば、特開2000-210692号公報では、特公昭55-20649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」、「第一処理槽内及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又は種汚泥を第一処理槽に添加する」等の方法を挙げている。
- [0010] 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、超音波処理又は機械攪拌により、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。
- [0011] 上述のような微小生物の捕食作用を利用した多段活性汚泥法は、有機性排水処理に既に実用化されており、対象とする排水によっては処理効率の向上、発生汚泥量の減量化は可能である。
- [0012] 例えば、微小動物の捕食を利用した場合、汚泥減量効果は処理条件や排水の水質によっては異なるものの、標準活性汚泥法で発生する汚泥量を30～70%程度低減できるとされている。
- [0013] しかしながら、汚泥減量効果は処理条件や排水の水質によっては異なるものの、単槽式活性汚泥法で発生する汚泥量を半減させる程度である。これは、細菌主体の汚

泥を捕食するための後段の微小生物槽において、汚泥の多くが捕食されず残存したり、捕食に関与する微小生物を高濃度で維持できないことが原因である。

[0014] その上、捕食を行う微小動物は細菌に比べ高等な生物であるため、寿命が長く(自己分解速度が遅く)、このことが更に汚泥を減量化させるのを困難にしている。

[0015] また、微小動物は分裂により増殖するものだけでなく、卵により増殖するものもある。この代表的な後生動物にワムシ類がある。このような微小動物は汚泥減量に貢献するとされているが、常に増殖状態(産卵可能状態)にあるのではなく、孵化後十数日たつと産卵しなくなり、更に十数日後には寿命で死滅する。また、これらの微小動物が優先化した場合、産卵しても、十分量の成虫がいたり、汚泥の大部分が糞塊ばかりで餌となる細菌が少ない場合、孵化できないことがあり、このために、槽内の微小動物がいつせいに死滅することがある。このような後生動物の特徴が、微小動物を利用した活性汚泥法では汚泥発生量を長期間にわたり低く安定して維持することを困難にしている。

[0016] 細菌の自己消化を利用する多段活性汚泥法では、細菌の状態(分散状態、フロック、糸状)によらず、標準活性汚泥法にくらべ50%程度汚泥発生量を削減することができる。しかしながら、50%の汚泥減量率を得るには自己消化を行う生物処理槽では汚泥滞留時間を長く設定する必要があり、そのために膜分離装置を導入すると、膜のメンテナンス費用により汚泥減量によるランニングコストの削減を相殺してしまう。

[0017] よって、既設の曝気槽を利用して低ランニングコストで50%以上の汚泥減量率を達成するには、微小動物の利用が有効であり、これを安定して行うためには、前段の生物処理槽で、微小動物に捕食されやすい細菌を安定して生成させる必要がある。

発明の概要

[0018] 本発明は、微小生物の捕食作用を利用した多段活性汚泥法において、安定した処理水質を維持した上でより一層の処理効率の向上と余剰汚泥発生量の低減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目的とする。

[0019] 第1アスペクトに係る有機性排水の生物処理方法及び装置は、有機性排水中のBODを高負荷処理して分散菌体に変換する第1の生物処理工程と、変換された分散菌体をフロック化すると共に微小生物を共存させる第2の生物処理工程とを有する有

機性排水の生物処理方法及び装置において、該第2の生物処理工程をpH5〜6の条件下に行うことを特徴とする。

[0020] 第2アスペクトに係る有機性排水の生物処理方法及び装置は、有機性排水中のBODを高負荷処理して分散菌体に変換する第1の生物処理工程と、変換された分散菌体をフロック化すると共に微小生物を共存させる第2の生物処理工程とを有する有機性排水の生物処理方法において、該第2の生物処理工程の汚泥及び／又は該第2の生物処理工程の汚泥を固液分離して得られた汚泥の少なくとも一部を好気条件で分解する余剰汚泥処理工程を有し、該余剰汚泥処理工程の処理汚泥を前記第1の生物処理工程及び／又は第2の生物処理工程に返送する有機性排水の生物処理方法及び装置であって、該余剰汚泥処理工程をpH5〜6の条件下に行うことを特徴とする。

[0021] 第3アスペクトの有機性排水の生物処理方法及び装置は、有機性排水を第一生物処理工程に導入して非凝集性細菌により生物処理し、該第一生物処理工程からの非凝集性細菌を含む処理水を第二生物処理工程に導入して活性汚泥処理する生物処理方法及び装置において、該第二生物処理工程の汚泥、又は該第二生物処理工程の汚泥を固液分離して得られた汚泥の少なくとも一部を嫌気処理工程に導入して嫌気処理し、該嫌気処理工程の処理物を前記第一生物処理工程及び／又は第二生物処理工程に返送することを特徴とする。

[0022] 第4アスペクトの有機性排水の生物処理方法及び装置は、有機性排水を第一生物処理工程に導入して非凝集性細菌により生物処理し、該第一生物処理工程からの非凝集性細菌を含む処理水を第二生物処理工程に導入して活性汚泥処理する生物処理方法において、該第二生物処理工程の汚泥、又は該第二生物処理工程の汚泥を固液分離して得られた汚泥の少なくとも一部を好気処理工程に導入して好気条件で酸化し、該好気処理工程の処理物の少なくとも一部を嫌気処理工程に導入して嫌気処理し、該嫌気処理工程の処理物を前記第一生物処理工程、第二生物処理工程及び好気処理工程よりなる群から選ばれる1以上の工程に返送することを特徴とする。

[0023] 第5アスペクトの有機性排水の生物処理方法及び装置は、有機性排水を第1生物

処理工程に導入して細菌により生物処理し、該第1生物処理工程からの細菌を含む処理液を第2生物処理工程に導入して活性汚泥処理し、第2生物処理工程からの処理液を固液分離処理して汚泥と処理水とに分離し、この汚泥の一部を第2生物処理工程へ返送する生物処理方法及び装置において、該第2生物処理工程内の汚泥の一部、及び／又は、前記固液分離処理後の汚泥の残部を第3生物処理工程に導入して好気処理した後、好気処理した汚泥の一部又は全部を脱水して固形分と水分とに分離し、固形分を余剰汚泥として引き抜き、水分を前記第1生物処理工程及び／又は第2生物処理工程に返送することを特徴とするものである。

[0024] 第6アスペクトの有機性排水の生物処理方法及び装置は、有機性排水を第1生物処理槽に導入して細菌により生物処理し、該第1生物処理槽からの細菌を含む処理液を第2生物処理槽に導入して活性汚泥処理する生物処理方法及び装置において、該第2生物処理槽の汚泥滞留時間を5日以上40日以下とすることを特徴とするものである。

[0025] 第7アスペクトの有機性排水の生物処理方法及び装置は、有機性排水を第1生物処理槽に導入して細菌により生物処理し、該第1生物処理槽からの非凝集性細菌を含む処理液を第2生物処理槽に導入して活性汚泥処理し、該第2生物処理槽内汚泥を固液分離して得られる汚泥を第3生物処理槽に導入して好気条件で酸化処理し、該第3生物処理槽の処理物の一部又は全部を該第2生物処理槽に返送する生物処理方法及び装置であって、該第2生物処理槽及び該第3生物処理槽の汚泥滞留時間を各々5日以上40日以下とすることを特徴とするものである。

[0026] 第8アスペクトの有機性排水の生物処理方法及び装置は、有機性排水中のBODを高負荷処理して菌体に変換する第1の生物処理工程と、変換された菌体を該菌体を捕食する微小動物とを共存させる第2の生物処理工程とを有する有機性排水の生物処理方法及び装置において、基準となる前記有機性排水中のBODの70%以上100%未満が菌体に変換されるに要する前記第1の生物処理工程における水文学的滞留時間(HRT)を求めて、この値を基準HRTとし、前記第1の生物処理工程におけるHRTが該基準HRTの0.75～1.5倍の範囲となるように、該第1の生物処理工程に導入される前記有機性排水に液体を添加することを特徴とする。

[0027] 第9アスペクトの有機性排水の生物処理方法及び装置は、有機性排水中のBODを高負荷処理して菌体に変換する第1の生物処理工程と、変換された菌体を該菌体を捕食する微小動物とを共存させる第2の生物処理工程とを有する有機性排水の生物処理方法及び装置において、基準となる前記有機性排水中のBODの70%以上100%未満が菌体に変換されるに要する前記第1の生物処理工程における水文学的滞留時間(HRT)を求めて、この値を基準HRTとし、前記第1の生物処理工程におけるHRTが該基準HRTの0.75〜1.5倍の範囲となるように、該第1の生物処理工程を行う処理槽内の水量を変動させることを特徴とする。

[0028] 第8, 9アスペクトにおいて、「基準となる有機性排水」とは、生物処理される有機性排水、即ち、流量、温度、BOD濃度が経時により変動する有機性排水の、基準となる温度、BOD濃度の有機性排水を指す。この基準となる温度、BOD濃度とは、次の通りである。

基準温度:加温する場合も含めて、年間で最も低い温度。

基準BOD濃度:第1の生物処理工程に流入する排水の最大BOD濃度。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]本発明の第1アスペクトに係る有機性排水の生物処理方法の実施の形態を示す系統図である。

[図2]本発明の第2アスペクトに係る有機性排水の生物処理方法の他の実施の形態を示す系統図である。

[図3]余剰汚泥処理工程の他の実施の形態を示す系統図である。

[図4]図4aは実施例1で用いた実験装置を示す系統図であり、図4bは実施例2で用いた実験装置を示す系統図である。

[図5]実施例1, 2及び比較例1, 2における投入BOD量と余剰汚泥発生量との関係を示すグラフである。

[図6]第3アスペクトに係る有機性排水の生物処理方法の実施の形態を示す系統図である。

[図7]第3アスペクトに係る有機性排水の生物処理方法の他の実施の形態を示す系統図である。

[図8]第3アスペクトに係る有機性排水の生物処理方法の別の実施の形態を示す系統図である。

[図9]第4アスペクトに係る有機性排水の生物処理方法の実施の形態を示す系統図である。

[図10]第4アスペクトに係る有機性排水の生物処理方法の他の実施の形態を示す系統図である。

[図11]比較例3, 5で用いた実験装置を示す系統図である。

[図12]比較例4, 6で用いた実験装置を示す系統図である。

[図13]実施例3, 6, 7及び比較例3, 4における投入BOD量と余剰汚泥発生量との関係を示すグラフである。

[図14]第5アスペクトの有機性排水の生物処理方法の実施の形態を示す系統図である。

[図15]第5アスペクトの有機性排水の生物処理方法の他の実施の形態を示す系統図である。

[図16]実施例8, 9及び比較例5, 6における投入BOD量と余剰汚泥発生量との関係を示すグラフである。

[図17]本発明の有機性排水の生物処理方法の実施の形態を示す系統図である。

[図18]実施例10及び比較例8における第2生物処理槽内の微小動物数の経日変化を示すグラフである。

[図19]実施例10及び比較例8における汚泥転換率の経日変化を示すグラフである。

[図20]本発明の有機性排水の生物処理方法の実施の形態を示す系統図である。

[図21]本発明の有機性排水の生物処理方法の他の実施の形態を示す系統図である。

[図22]本発明の有機性排水の生物処理方法の別の実施の形態を示す系統図である。

[図23]本発明の有機性排水の生物処理方法の異なる実施の形態を示す系統図である。

[図24]実施例12, 13及び比較例9, 10における投入BOD量と余剰汚泥発生量との

関係(負荷変動前)を示すグラフである。

[図25]実施例12, 13及び比較例9, 10における投入BOD量と余剰汚泥発生量との関係(負荷変動後)を示すグラフである。

発明の好ましい形態

[0030] [第1及び第2アспект]

有機性排水の好気性処理を、従来の単槽式活性汚泥法により、pH6以下の酸性域で行うと菌類が多量に発生し、バルキングの原因となる。しかしながら、本発明の方法のように、BODを分散菌体に変換する第1の生物処理工程をpH6〜8の中性域で行い、汚泥減量のための第2の生物処理工程又は余剰汚泥処理工程をpH5〜6の酸性域で行うことにより、発生汚泥量の大幅な減量が可能になる。これは、微小生物が共存する第2の生物処理工程又は余剰汚泥処理工程をpH5〜6とすることで、BOD処理を行う第1の生物処理工程からの非凝集汚泥と凝集汚泥の効率的な捕食が可能となり、一方で、捕食に関与する大部分の微小生物の増殖はpH5〜8の範囲であればpHによる影響を受けないため、第2の生物処理工程又は余剰汚泥処理工程において、VSSに占める微小生物の割合を10%以上の高濃度に高めることができることによる。

[0031] 第1及び第2アспектによれば、BOD処理のための第1の生物処理工程と汚泥減量のための第2の生物処理工程又は余剰汚泥処理工程とで各々の機能に応じて環境条件を適応化させることにより、両者の機能を最大限に発揮させ、これにより、処理効率の向上と余剰汚泥発生量の低減を図ることができる。

[0032] 第1アспектにおいて、第2の生物処理工程が2段以上の多段処理工程を含み、第2の生物処理工程において、pH5〜6の生物処理後にpH6以上の生物処理が行われてもよい。

[0033] 第2アспектにおいて、余剰汚泥処理工程は、生物処理槽の後段に固液分離手段を設け、固液分離された汚泥を該生物処理槽に返送する汚泥返送式生物処理工程であっても良く、生物処理槽内に担体を添加した流動床式生物処理工程であっても良い。

[0034] 第1, 第2アспектのいずれにおいても、第2の生物処理工程は、生物処理槽の後

段に固液分離手段を設け、固液分離された汚泥を該生物処理槽に返送する汚泥返送式生物処理工程、生物処理槽内に担体を添加した流動床式生物処理工程、膜分離式生物処理工程のいずれであっても良く、また、第1の生物処理工程を、生物処理槽内に担体を添加した流動床式生物処理、又は2段以上の多段処理により行っても良い。

[0035] 第1及び第2アスペクトの有機性排水の生物処理方法及び装置によれば、微生物の捕食作用を利用した多段活性汚泥法において、安定した処理水質を維持した上でより一層の処理効率の向上と余剰汚泥発生量の低減を図ることができる。

[0036] 以下に図面を参照して第1及び第2アスペクトの好ましい形態を詳細に説明する。

[0037] 図1は本発明の第1アスペクトに係る有機性排水の生物処理方法の一形態を示す系統図であり、図2は第2アスペクトに係る有機性排水の生物処理方法の一形態を示す系統図である。

[0038] 図1の方法では、原水(有機性排水)は、まず第一生物処理槽(分散菌槽)1に導入され、非凝集性細菌により、BOD(有機成分)の70%以上、望ましくは80%以上、更に望ましくは90%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pH6〜8とする。また、第一生物処理槽1へのBOD容積負荷は $1\text{kg}/\text{m}^3/\text{d}$ 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、例えば0.5〜24hとすることで、非凝集性細菌が優占化した処理水を得ることができ、また、HRTを短くすることでBOD濃度の低い排水を高負荷で処理することができ、好ましい。また、担体を添加することにより、高負荷、滞留時間の短縮が可能になる。

[0039] 第一生物処理槽1の処理水は、pH5〜6、望ましくはpH5〜5.5の範囲に制御された第二生物処理槽(微小生物槽)2に導入され、ここで、残存している有機成分の酸化分解、非凝集性細菌の自己分解及び微小生物による捕食による汚泥の減量化が行われる。

[0040] 図1の方法において、第二生物処理槽2を多段化し、2槽以上の生物処理槽を直列に設け、前段側の生物処理槽でpH5〜6、望ましくはpH5〜5.5の条件で処理を行い、後段側の生物処理槽でpH6以上、好ましくはpH6〜8の条件で処理を行うようにしても良く、このような多段処理により、前段側の生物処理槽で汚泥の捕食を効果

的に行い、後段側の生物処理槽で汚泥の固液分離性の向上、処理水水質の向上を図ることができる。

- [0041] 第二生物処理槽2の処理水は沈殿槽3で固液分離され、分離水は処理水として系外へ排出される。また、分離汚泥の一部は余剰汚泥として系外へ排出され、残部は第一生物処理槽1及び第二生物処理槽2に返送される。なお、この汚泥返送は、各生物処理槽における汚泥量の維持のために行われるものであり、例えば、第一生物処理槽1及び／又は第二生物処理槽2を、後述のような担体を添加した流動床式とした場合、汚泥返送は不要である場合もある。また、第一生物処理槽1のBOD容積負荷が低い場合は、汚泥返送は第二生物処理槽2のみとしてもよい。
- [0042] 図2の方法では、原水(有機性排水)は、共にpH6以上、望ましくはpH6〜8に制御された第一生物処理槽1及び第二生物処理槽2に順次導入され、図1の方法と同様に第一生物処理槽1で非凝集性細菌により、有機成分の70%以上、望ましくは80%以上、更に望ましくは90%以上が酸化分解され、次いで第二生物処理槽2で残存している有機成分の酸化分解、非凝集性細菌の自己分解及び微小生物による捕食により汚泥の減量化が行われる。第二生物処理槽2の処理水は沈殿槽3で固液分離され、分離水が処理水として系外へ排出される。この第二生物処理槽2から生成される発生汚泥の少なくとも一部(図2では、第二生物処理槽2の処理水が導入される沈殿槽3の分離汚泥の一部)がpH5〜6、好ましくはpH5〜5.5の範囲に制御された余剰汚泥処理槽4に送給され、ここで好気性消化により分解される。この余剰汚泥処理槽4の処理汚泥は、第一生物処理槽1及び／又は第二生物処理槽2に返送される。また、図2では、沈殿槽3の分離汚泥の残部のうち、一部は余剰汚泥として系外へ排出され、残部が第二生物処理槽2に返送される。
- [0043] 沈殿槽3の分離汚泥のうち、余剰汚泥処理槽4へ送給する汚泥量と第二生物処理槽2へ返送する汚泥量との比率は、後述の好適な余剰汚泥処理槽滞留時間が維持できるように、発生汚泥量に応じて適宜設定される。また、余剰汚泥処理槽4の処理汚泥のうち第一、第二生物処理槽1, 2へ返送する汚泥量の比率或いは、いずれの生物処理槽に返送するかは、各生物処理槽の汚泥保持量が維持できるように適宜設定される。

- [0044] この余剰汚泥処理槽4には、装置運転の立ち上げ時や発生汚泥量が高い場合には、発生汚泥の全量から半量を投入するようにしても良い。この余剰汚泥処理槽4は汚泥減量効果だけではなく、第二生物処理槽2に微小生物を供給する効果も有する。
- [0045] 余剰汚泥処理槽4の汚泥滞留時間は6h以上、望ましくは12h以上、例えば12〜240hであるが、例えば、図3に示す如く、沈殿槽4Bを設けて余剰汚泥処理槽4Aに汚泥返送を行う好気処理法、或いは担体を添加した流動床、又は膜分離式好気処理法とすることで汚泥滞留時間を更に高めることが可能となる。余剰汚泥処理槽4の担体としては、第一生物処理槽の担体として後述するものを用いることができる。
- [0046] 図1, 2のいずれの方法においても、第二生物処理槽2に導入される第一生物処理槽1の処理水中に有機物が多量に残存した場合、その酸化分解は第二生物処理槽2で行われることになる。微小生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、微小生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生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。また、本発明の方法では、第二生物処理槽2又は余剰汚泥処理槽4を酸性域に設定しており、有機物が多量に残存した場合、その有機物を利用して菌類などが増殖してしまいバルキングの原因にもなる。
- [0047] そこで先にも述べたように第一生物処理槽1では、有機物の大部分、即ち、原水BODの70%以上、望ましくは80%以上、より望ましくは90%以上を分解し、菌体へと変換しておく必要がある。よって、第二生物処理槽2への溶解性BODによる汚泥負荷で表すと0.5kg-BOD/kg-MLSS/d以下、例えば0.01〜0.1kg-BOD/kg-MLSS/dで運転することが好ましい。
- [0048] 図1, 2の方法は第1, 第2アスペクトの一例を示すものであり、第1, 第2アスペクトはその要旨を超えない限り、何ら図示の方法に限定されるものではない。
- [0049] 例えば、第一生物処理槽は、高負荷処理のために、後段の沈殿槽の分離汚泥の一部を返送する他、担体を添加した流動床方式としたり、2槽以上の生物処理槽を直列に設けて多段処理を行っても良い。特に、担体の添加により、BOD容積負荷5k

$\text{g}/\text{m}^3/\text{d}$ 以上の高負荷処理も可能となり、好ましい。この場合、添加する担体の形状は球状、ペレット状、中空筒状、糸状等任意であり、大きさも0.1～10mm程度の径で良い。担体の材料は天然素材、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。

[0050] 第二生物処理槽2では、細菌に比べ増殖速度の遅い微小生物の働きと細菌の自己分解を利用するため、微小生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採用することが重要であり、このために、第二生物処理槽は、図1, 2に示すように、汚泥の返送を行う汚泥返送式生物処理を行う他、後述の実施例におけるように、槽内に分離膜を浸漬して膜分離式活性汚泥処理を行うことも望ましい。

[0051] 曝気槽内に担体を添加することで微小生物の槽内保持量を高めることができる。この場合の担体としては、第一生物処理槽に添加する担体として前述したものと同様のものを用いることができる。

[0052] 第1及び第2アスペクトの実施例及び比較例

以下に実施例及び比較例を挙げて第1及び第2アスペクトをより具体的に説明する。

[0053] 実施例1

図4aに示す如く、第一生物処理槽11として容量が3.6Lの活性汚泥槽(汚泥返送なし)と、第二生物処理槽12として容量が15Lの浸漬膜式活性汚泥槽を連結させた実験装置を用いて、有機性排水($\text{BOD}630\text{mg}/\text{L}$)の処理を行った。第二生物処理槽12には浸漬膜12aが設置されており、該浸漬膜12aの透過水が処理水として取り出される。

[0054] 第一生物処理槽11のpHは6.8、第二生物処理槽12のpHは5.0にそれぞれ調整した。

[0055] 実験開始4ヶ月後の結果を表1に示す。また、投入BODに対する余剰汚泥発生量(汚泥転換率)を図5に示す。

[0056] 本実施例では、第一生物処理槽11に対する溶解性BOD容積負荷は $3.5\text{kg}-\text{BOD}/\text{m}^3/\text{d}$ 、HRTは4h、第二生物処理槽12の溶解性BOD汚泥負荷は $0.022\text{kg}-\text{BOD}/\text{kg}-\text{MLSS}/\text{d}$ 、HRTは17h、全体でのBOD容積負荷 $0.75\text{kg}-\text{BOD}/$

m^3/d 、HRTは21hの条件で運転したところ、汚泥転換率は $0.1\text{kg-MLSS}/\text{kg-BOD}$ となったが、処理水BODは検出限界以下であった。

[0057] 実施例2

図4bに示す如く、第一生物処理槽11として容量が3.6Lの活性汚泥槽(汚泥返送なし)と、第二生物処理槽12として容量が15Lの浸漬膜式活性汚泥槽と、容量が1Lの余剰汚泥処理槽13を連結させた実験装置を用いて、有機性排水($\text{BOD}630\text{mg}/\text{L}$)の処理を行った。図4aと同じく、第二生物処理槽12には浸漬膜12aが設置されており、該浸漬膜12aの透過水が処理水として取り出される。

[0058] 第一生物処理槽11、及び第二生物処理槽12のpHはいずれも6.8に調整し、余剰汚泥処理槽13のpHは5.0に調整した。第二生物処理槽12からは槽内汚泥を $0.5\text{L}/\text{d}$ の割合で引き抜いて余剰汚泥処理槽13に導入し、この余剰汚泥処理槽13からは槽内汚泥を $0.5\text{L}/\text{d}$ で引き抜き、これを第二生物処理槽12に返送した。余剰汚泥処理槽13の滞留時間は $\text{SRT}=\text{HRT}=10$ 日とした。

[0059] 実験開始4ヶ月後の結果を表1に示す。また、投入BODに対する余剰汚泥発生量(汚泥転換率)を図5に示す。

[0060] 本実施例では、第一生物処理槽11に対する溶解性BOD容積負荷は $3.85\text{kg-BOD}/\text{m}^3/\text{d}$ 、HRTは4h、第二生物処理槽12の溶解性BOD汚泥負荷は $0.022\text{kg-BOD}/\text{kg-MLSS}/\text{d}$ 、HRTは17h、全体でのBOD容積負荷 $0.75\text{kg-BOD}/\text{m}^3/\text{d}$ 、HRTは21hの条件で運転したところ、汚泥転換率は $0.11\text{kg-MLSS}/\text{kg-BOD}$ となり、処理水BODは検出限界以下であった。

[0061] 比較例1

実施例1において、第一生物処理槽を省略し、第二生物処理槽の容量15Lの浸漬膜式活性汚泥槽のみからなる実験装置を用いて有機性排水($\text{BOD}630\text{mg}/\text{L}$)の処理を行った。実験開始4ヶ月後の結果を表1に示す。また、投入BODに対する余剰汚泥発生量(汚泥転換率)を図5に示す。

[0062] 本比較例では、溶解性BOD容積負荷 $0.76\text{kg-BOD}/\text{m}^3/\text{d}$ 、HRTは20hの条件で運転したところ、表1にあるように処理水水質は良好であったものの、汚泥転換率は $0.40\text{kg-MLSS}/\text{kg-BOD}$ となった。

[0063] 比較例2

実施例1において、第一生物処理槽も第二生物処理槽もいずれもpH6.8に調整したこと以外は、同様にして有機性排水(BOD630mg/L)の処理を行った。実験開始4ヶ月後の結果を表1に示す。また、投入BODに対する余剰汚泥発生量(汚泥転換率)を図5に示す。

[0064] 本比較例では、第一生物処理槽11に対する溶解性BOD容積負荷3.85kg-BOD/m³/d、HRTは4h、第二生物処理槽12の溶解性BOD汚泥負荷0.022kg-BOD/kg-MLSS/d、HRTは17h、全体でのBOD容積負荷0.75kg-BOD/m³/d、HRTは21hの条件で運転したところ、表1にあるように処理水水質は良好であったが、汚泥転換率は0.2kg-MLSS/kg-BODとなった。

[0065] [表1]

例	原水		第一生物処理槽		第二生物処理槽		
	BOD (mg/L)	流量 (L/d)	BOD 容積負荷 (kg-BOD/m ³ /d)	処理水 BOD (mg/L)	微小生物 割合 (%-VSS)	MLSS (mg/L)	処理水 BOD (mg/L)
実施例1	630	22	3.85	73	60	4000	検出限界以下
実施例2	630	22	3.85	72	55	5000	検出限界以下
比較例1	630	18	—	—	5	4500	検出限界以下
比較例2	630	22	3.85	74	25	5000	検出限界以下

[0066] 実施例1, 2及び比較例1, 2の結果から次のことが分かる。

[0067] 比較例1は従来の活性汚泥法、比較例2は酸性域での生物処理工程を入れていない多段生物処理法による処理を実施したものである。従来の活性汚泥法(比較例1)では汚泥転換率は0.40kg-MLSS/kg-BODとなっていたが、比較例2のように多段生物処理を導入することで汚泥転換率は0.20kg-MLSS/kg-BODとなり、汚泥発生量を1/2に低減することができた。この汚泥減量効果はこれまでに報告されている多段生物処理法と同程度のものである。

[0068] 一方、本発明のように酸性域での生物処理工程を導入した実施例1, 2では、汚泥転換率がいずれも0.10、0.11kg-MLSS/kg-BODとなっており、従来法に比べ、発生汚泥量を1/4に、また、従来の多段生物処理法に比べて1/2に低減する

ことができた。

[0069] [第3及び第4アспект]

第3アспектでは、有機物除去を行う第一生物処理工程(分散菌槽)からの分散菌の捕食を行う第二生物処理工程(微小動物槽)からの汚泥を、嫌気条件下で嫌気性細菌の働きにより可溶化、有機酸化、変性させて再度、分散菌化及び／又は微小動物への捕食に供することにより、処理効率が向上し、余剰汚泥発生量が低減される。

[0070] 第4アспектでは、この嫌気処理工程に先立ち好気処理工程を経由することから、汚泥中に占める微小動物割合が高くなり、後段の嫌気処理工程で汚泥が可溶化される。

[0071] 従って、第3及び第4アспектの有機性排水の生物処理方法によれば、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、安定した処理水質を維持した上でより一層の処理効率の向上と余剰汚泥発生量の低減を図ることができる。

[0072] 以下に図面を参照して第3及び第4アспектの好ましい形態を詳細に説明する。

[0073] 図6〜8は本発明の第3アспектに係る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り、図9、10は第4アспектに係る有機性排水の生物処理方法の実施の形態を示す系統図である。図6〜10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。

[0074] 図6の方法及び装置では、原水(有機性排水)は、まず第一生物処理槽(分散菌槽)1に導入され、非凝集性細菌により、BOD(有機成分)の70%以上、望ましくは80%以上、更に望ましくは90%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pH6〜8とする。また、第一生物処理槽1へのBOD容積負荷は $1\text{kg}/\text{m}^3/\text{d}$ 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、例えば0.5〜24hとすることで、非凝集性細菌が優占化した処理水を得ることができ、また、HRTを短くすることでBOD濃度の低い排水を高負荷で処理することができ、好ましい。また、担体を添加することにより、高負荷、滞留時間の短縮が可能になる。

[0075] 第一生物処理槽1の処理水は、pH6以上、望ましくはpH6〜8の範囲に制御された第二生物処理槽(微小動物槽)2に導入され、ここで、残存している有機成分の酸

化分解、非凝集性細菌の自己分解及び微小動物による捕食による汚泥の減量化が行われる。

[0076] この第二生物処理槽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なければならない。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又は膜分離式活性汚泥法を用いることが望ましい。更に望ましくは曝気槽内に担体を添加することで微小動物の槽内保持量を高めることができる。

[0077] また、図7に示す如く、図6の方法において、第二生物処理槽2を多段化し、2槽以上の生物処理槽2A、2Bを直列に設け、前段処理槽2AでpH5〜6、望ましくはpH5〜5.5の条件で処理を行い、後段処理槽2BでpH6以上、好ましくはpH6〜8の条件で処理を行うようにしても良く、このような多段処理により、前段処理槽2Aで汚泥の捕食を効果的に行い、後段処理槽2Bで汚泥の固液分離性の向上、処理水水質の向上を図ることができる。図7の方法は、図6において、第二生物処理槽2を多段化した点のみが異なり、その他は同様の構成とされている。なお、第二生物処理槽2での汚泥発生量を減らすため、図7のように仕切を作らず、図6のような単槽で第二生物処理槽2のpHを6以下に設定しても良いが、この場合には、処理水を放流する前には中和が必要となる。

[0078] 第二生物処理槽2の処理水は沈殿槽3で固液分離され、分離水は処理水として系外へ排出される。また、分離汚泥の一部は余剰汚泥として系外へ排出され、一部は第二生物処理槽2に返送され、残部は嫌気性消化槽24に送給される。分離汚泥の第二生物処理槽2と嫌気性消化槽24への汚泥返送比率は、以下の嫌気性消化槽24での汚泥滞留時間を維持できれば良く、発生汚泥量にあわせて任意に変化させることができる。

[0079] 第3アспектでは、微小動物が分散菌の捕食を行っている第二生物処理槽2内の汚泥又はこれを固液分離して得られる汚泥の少なくとも一部を嫌気性消化槽24に導入して、嫌気条件にて、汚泥の可溶化、低級有機酸や低級アルコールへの有機酸化、ないし変性を行う。従って、嫌気性消化槽24へは、沈殿槽3の分離汚泥ではなく、第二生物処理槽2から引き抜いた汚泥を導入しても良い。

- [0080] 第二生物処理槽2内汚泥は微小動物の占める割合が高く、少なくともSSの5%以上、運転条件によっては30%以上を占めている。微小動物は細菌に比べ嫌気条件下で容易に死滅し、可溶化され、酸生成細菌により有機酸化されるため、嫌気性消化槽24での汚泥滞留時間(SRT)は0.5日以上、例えば0.5〜5日で十分である。また、嫌気性消化槽24で生成した有機酸やアルコールがメタン生成細菌の働きにより、メタンに変換されるのを防ぐため、嫌気性消化槽24ではpHを6.0以下、望ましくは5.5以下、例えば5〜5.5にするか、温度を30℃以下、望ましくは25℃以下、例えば20〜25℃に設定することが望ましい。ただし、有機酸やアルコールに変換した有機物をメタンに変換し、エネルギーとして回収又は処分する場合は、嫌気性消化槽24をpH6.0以上、又は温度30℃以上としても良い。この嫌気性消化槽24における嫌気性消化により、第二生物処理槽2中の微小動物や捕食されずに残存していた細菌は、有機酸やアルコールへと変換される。また、その他のSS分である微小動物の糞や死骸、細菌など、第二生物処理槽2で減量されない成分も、この嫌気性消化槽24で変性ないし細分化され、また嫌気性細菌の菌体へ変換されるため、微小動物により捕食可能なものとなる。
- [0081] 図6、7では、この嫌気性消化槽24の処理物をそのまま第一生物処理槽1及び／又は第二生物処理槽2に返送する。
- [0082] この嫌気性消化槽24の処理物は、図8に示す如く、濃縮機又は脱水機等の固液分離装置25で固液分離し、有機酸やアルコールを含む分離水(嫌気処理水)を第一生物処理槽1に返送して再度分散菌に変換し、固形分(汚泥)を第二生物処理槽2に返送して微小動物に捕食させるようにしても良く、これにより汚泥の更なる減量化が可能となる。この場合、余剰汚泥の引抜きは沈殿槽3から行っても良いが、嫌気性消化槽24の後段の固液分離装置25から行っても良い。また、この固液分離装置25で固液分離された固形分をすべて第二生物処理槽2に返送せず、再度嫌気性消化槽24に戻すことにより、嫌気性消化槽24において、高濃度嫌気性消化が可能となり、SRTを長くし、可溶化を促進することができる。また、濃縮機のような固液分離装置を設けずに、嫌気性消化槽24内に浸漬膜を設けるか、或いは担体を添加することで、固液分離又は高濃度消化を行うこともできる。

- [0083] 図9に示す方法は、嫌気性消化槽24の前段に好気性消化槽26を設けた点が図6に示す方法と異なり、第一生物処理槽1、第二生物処理槽2、沈殿槽3及び嫌気性消化槽24における処理は同様に行われる。
- [0084] 第4アспектでは、第二生物処理槽2内の汚泥又はこれを固液分離して得られる汚泥の少なくとも一部を好気性消化槽26に導入して、pH6以下、望ましくはpH5～5.5の条件で好気性消化を行い、処理汚泥及び処理水の少なくとも一部を嫌気性消化槽24に送給して嫌気条件下で可溶化、有機酸化ないし変性させる。この場合においても、分離汚泥の好気性消化槽26及び第二生物処理槽2への返送汚泥比率は、以下に示す好気性消化槽26での汚泥滞留時間を維持できれば、発生汚泥量にあわせて任意に変化させることができる。
- [0085] 図9において、好気性消化槽26は、汚泥減量効果だけではなく、この好気性消化槽26を経由することで、汚泥に占める微小動物割合が更に高くなり、後段の嫌気性消化槽24での汚泥の可溶化が容易となる点で優れる。好気性消化槽26の汚泥滞留時間は12時間以上、望ましくは24時間以上、例えば24～240時間であるが、固液分離装置を設けて汚泥返送を行う好気処理法又は担体を添加した流動床又は膜分離式好気処理法とすることで汚泥滞留時間を更に高めることが可能となる。好気性消化槽26からの汚泥の一部を嫌気性消化槽24を経由せずに直接第二生物処理槽2に返送しても良く、これにより第二生物処理槽2の微小動物の補充にも役立つ。
- [0086] 図10に示す方法は、図9の方法において、図8に示す如く、嫌気性消化槽24の後段に固液分離装置25を設けた点が異なり、図8におけると同様に嫌気性消化槽24の処理物の固液分離、分離水及び分離汚泥の返送が行われる。ここで、固液分離装置25の分離汚泥は、更に好気性消化槽26に返送しても良い。
- [0087] 図6～10の方法は第3及び第4アспектの一例を示すものであり、第3、第4アспектはその要旨を超えない限り、何ら図示の方法に限定されるものではない。
- [0088] 例えば、第一生物処理槽は、高負荷処理のために、後段の沈殿槽の分離汚泥の一部を返送する他、担体を添加した流動床方式としたり、2槽以上の生物処理槽を直列に設けて多段処理を行っても良い。特に、担体の添加により、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り、好ましい。この場合、添加する担体の形

状は球状、ペレット状、中空筒状、糸状等任意であり、大きさも0.1～10mm程度の径で良い。また、担体の材料は天然素材、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。また、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採用することが重要であり、このために、第二生物処理槽は、図6～10に示すように、汚泥の返送を行う汚泥返送式生物処理を行う他、槽内に分離膜を浸漬して膜分離式活性汚泥処理を行うことも望ましい。更に望ましくは、曝気槽内に担体を添加することで微小動物の槽内保持量を高めることができる。この場合の担体としては、第一生物処理槽に添加する担体として前述したものと同様のものを用いることができる。

[0089] 排水処理では、生物処理由来の汚泥以外にも最初沈殿池や加圧浮上槽などからも汚泥が発生する。これらを嫌気処理した場合、生物処理由来の汚泥に比べ、分解しやすいため50%以上の可溶化、有機酸への変換が可能である。また、可溶化しない成分も細分化されており、微小動物による捕食が可能である。従って、第3, 第4アスペクトにおいては、第二生物処理槽の汚泥が導入される嫌気処理工程(嫌気性消化槽)に初沈汚泥や加圧浮上汚泥を加え、可溶化しないSS分を微小動物に捕食させることで工場全体から排出される余剰汚泥量を低減することも可能となる。

[0090] 第3, 第4アスペクトの実施例及び比較例

以下に実施例及び比較例を挙げて第3, 第4アスペクトをより具体的に説明する。

[0091] 実施例3

図6に示す如く、容量が3.6Lの第一生物処理槽(活性汚泥槽(汚泥返送なし))1と容量が15Lの第二生物処理槽(活性汚泥槽)2及び沈殿槽3と、容量が1Lの嫌気性消化槽24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(BOD630 mg/L)の処理を行った。第一生物処理槽1のpHは6.8、第二生物処理槽2のpHは6.8、嫌気性消化槽24のpHは6.0にそれぞれ調整した。第一生物処理槽1に対する溶解性BOD容積負荷は $3.85\text{kg-BOD/m}^3/\text{d}$ でHRT4h、第二生物処理槽2への溶解性BOD汚泥負荷は $0.022\text{kg-BOD/kg-MLSS/d}$ でHRT17h、全体でのBOD容積負荷は $0.75\text{kg-BOD/m}^3/\text{d}$ でHRT21hの条件で運転した。

[0092] 第二生物処理槽2内のSSは5000mg/Lであり、沈殿槽3からの引抜き汚泥は10000mg/Lに濃縮された。この濃縮汚泥を250ml/dの割合で引抜き、嫌気性消化槽24に添加した。また、250ml/dを余剰汚泥として系外へ排出し、残りすべての汚泥を第二生物処理槽2に返送した。嫌気性消化槽24のHRT及びSRTは4日に設定し、嫌気性消化槽24の処理汚泥は第二生物処理槽2に返送した。

[0093] この条件で4ヶ月間連続運転したところ、嫌気性消化槽24の処理水中の溶解性BOD濃度は4000mg-BOD/Lで酢酸が55%、プロピオン酸が40%を占めていた。第二生物処理槽2から引き抜いた汚泥量から算出した汚泥転換率は0.12kg-MLSS/kg-BODとなった。

[0094] 実施例4

図7に示す如く、第二生物処理槽2を容量5Lの前段処理槽2Aと、容量10Lの後段処理槽2Bとの二段活性汚泥槽(5L+10L)としたこと以外は実施例3と同様の実験装置を用いて実施例3と同様に有機性排水(BOD630mg/L)の処理を行った。なお、前段処理槽のpHは5.0、後段処理槽のpHは6.8に調整した。その他の条件は、実施例3におけると同様である。

[0095] 第二生物処理槽2内のSSは5000mg/Lであり、沈殿槽3からの引抜き汚泥は10000mg/Lに濃縮された。この濃縮汚泥の内250ml/dを引抜き、嫌気性消化槽24に添加した。また、208ml/dを余剰汚泥として系外へ排出し、残りすべての汚泥を第二生物処理槽2に返送した。嫌気性消化槽24のHRT及びSRTは4日に設定し、嫌気性消化槽24の処理汚泥は第二生物処理槽2に返送した。

[0096] この条件で4ヶ月間連続運転したところ、嫌気性消化槽24の処理水中の溶解性BOD濃度は6500mg-BOD/Lで酢酸が55%、プロピオン酸が35%を占めていた。第二生物処理槽2から引き抜いた汚泥量から算出した汚泥転換率は0.10kg-MLSS/kg-BODとなった。

[0097] 実施例5

図9に示す如く、嫌気性消化槽24の前段に容量2Lの好気性消化槽26を設けたこと以外は実施例3と同様の実験装置を用いて実施例3と同様に有機性排水(BOD630mg/L)の処理を行った。なお、好気性処理槽のpHは5.0に調整した。その他

の条件は実施例3におけると同様である。

[0098] 第二生物処理槽2内のSSは5000mg/Lであり、沈殿槽3からの引抜き汚泥は10000mg/Lに濃縮された。この濃縮汚泥の250ml/dを好気性消化槽26に添加し、同量を好気性消化槽26から引き抜き嫌気性消化槽24に添加し、残りすべての濃縮汚泥を第二生物処理槽2に返送した。好気性消化槽26のHRT及びSRTは8日とした。また、嫌気性消化槽24のHRT及びSRTは4日とし、嫌気性消化槽24の処理汚泥は第二生物処理槽2に返送した。

[0099] この条件で4ヶ月間連続運転したところ、嫌気性消化槽24の処理水中の溶解性BOD濃度は6500mg-BOD/Lで酢酸が55%、プロピオン酸が35%を占めていた。第二生物処理槽2から引き抜いた汚泥量(185ml/d)から算出した汚泥転換率は0.09kg-MLSS/kg-BODとなった。

[0100] 実施例6

図8に示す如く、嫌気性消化槽24の後段に固液分離装置25を設けた以外は実施例3と同様の実験装置を用いて実施例3と同様に有機性排水(BOD630mg/L)の処理を行った。各槽のpH条件、負荷条件等は実施例3におけると同様である。

[0101] 第二生物処理槽2内のSSは5000mg/Lであり、沈殿槽3からの引抜き汚泥は10000mg/Lに濃縮された。この濃縮汚泥の250ml/dを嫌気性消化槽24に添加し、残りすべての濃縮汚泥を第二生物処理槽2に返送することで、第一、第二生物処理槽1、2から汚泥を引き抜かずに槽内SSを一定に保つことができた。嫌気性消化槽24のHRTは4日とし、嫌気性消化槽24の処理物は固液分離装置25で固液分離し、処理水は第一生物処理槽1に、分離汚泥の半量は第二生物処理槽2に、1/4量は嫌気性消化槽24に返送し、1/4量は余剰汚泥として引き抜いた。

[0102] この条件で4ヶ月間連続運転したところ、嫌気性消化槽24の処理水中の溶解性BOD濃度は4000mg-BOD/Lで酢酸が55%、プロピオン酸が40%を占めていた。嫌気性消化槽24から引き抜いた汚泥量から算出した汚泥転換率は0.10kg-MLSS/kg-BODとなった。

[0103] 実施例7

図10に示す如く、嫌気性消化槽24の前段に容量2Lの好気性消化槽26を設けた

こと以外は実施例6と同様の実験装置を用いて実施例6と同様に有機性排水(BOD 630mg/L)の処理を行った。なお、好気性消化槽26のpHは5.0に調整した。その他の条件は実施例6におけるものと同様である。

[0104] 第一, 第二生物処理槽1, 2内のSSは5000mg/Lであり、沈殿槽3からの引抜き汚泥は10000mg/Lに濃縮された。この濃縮汚泥の250ml/dの割合を好気性消化槽26に添加し、同量を好気性消化槽26から引き抜き嫌気性消化槽24に添加し、残りすべての濃縮汚泥を第二生物処理槽2に返送することで、第一, 第二生物処理槽1, 2から汚泥を引き抜かずに槽内SSを一定に保つことができた。好気性消化槽26のHRT及びSRTは8日とした。また、嫌気性消化槽24のHRTは4日とし、嫌気性消化槽24の処理汚泥は固液分離装置25で固液分離し、処理水は第一生物処理槽1に、固形分の半量は第二生物処理槽2に、残りの3/8量は嫌気性消化槽24に返送し、残りの1/8量は余剰汚泥として引き抜いた。

[0105] この条件で4ヶ月間連続運転したところ、嫌気性処理槽4の処理水中の溶解性BOD濃度は6500mg-BOD/Lで酢酸が55%、プロピオン酸が35%を占めていた。嫌気性消化槽24から引き抜いた汚泥量から算出した汚泥転換率は0.07kg-MLS S/kg-BODとなった。

[0106] 比較例3

図11に示す如く、容量15Lの生物処理槽(活性汚泥槽)2'と沈殿槽3とからなる実験装置を用いて、有機性排水(BOD630mg/L)の処理を行った。生物処理槽2'の溶解性BOD容積負荷は0.76kg-BOD/m³/dで、HRT20h、pH6.8の条件で4ヶ月間連続運転したところ、処理水は良好だったものの、汚泥転換率は0.40kg-MLSS/kg-BODとなった。

[0107] 比較例4

図12に示す如く、嫌気性消化槽24を省略した以外は実施例3と同様の実験装置を用いて、実施例3と同様に有機性排水(BOD630mg/L)の処理を行った。各槽のpH条件、負荷条件等は実施例3におけると同様である。

[0108] この条件で4ヶ月間連続運転したところ、処理水は良好だったものの、第二生物処理槽2から引き抜いた汚泥量から算出した汚泥転換率は0.20kg-MLSS/kg-B

ODとなった。また、第二生物処理槽2のVSSに占める微小動物割合は約25% (w/w)であった。

[0109] 実施例3, 6, 7及び比較例3, 4における投入BODに対する余剰汚泥発生量(汚泥転換率)を図13に示す。また、実施例6, 7と比較例3, 4の実験開始4ヶ月後の運転状況を表2に示す。

[0110] [表2]

	原水		第一生物処理槽(3.6L)		第二生物処理槽(15L)		
	BOD (mg/L)	流量 (L/d)	BOD容積負荷 (kg-BOD/m ³ /d)	出口水 溶解性BOD (mg/L)	微小動物 割合 (%-VSS)	MLSS (mg/L)	処理水BOD (mg/L)
実施例6	630 (660)*1	22 (22.2)*1	3.85 (4.00)*1	72~76	30	4000	検出限界以下
実施例7	630 (682)*1	22 (22.2)*1	3.85 (4.13)*1	75~78	32 (60)*2	5000	検出限界以下
比較例3	630	18	—	—	5	4500	検出限界以下
比較例4	630	22	3.85	70~79	25	5000	検出限界以下

*1: 括弧内は嫌気性消化槽処理水を合流させた場合の値

*2: 括弧内は好気性消化槽内での値

[0111] 以上の結果から次のことが分かる。

[0112] 比較例3は従来の活性汚泥法、比較例4は従来の二段生物処理法による処理を実施したものである。従来の活性汚泥法(比較例1)では汚泥転換率は0.40kg-MLS S/kg-BODとなっていたが、比較例2の様に多段生物処理を導入することで汚泥転換率は0.20kg-MLSS/kg-BODとなり、汚泥発生量を1/2に低減することができた。この汚泥減量効果はこれまでに報告されている二段生物処理法と同程度のものである。

[0113] 一方、本発明のように嫌気性消化工程を導入し、特に汚泥減量効果が顕著だった実施例7では、汚泥転換率がそれぞれ、0.07kg-MLSS/kg-BODとなっており、従来法に比べ、発生汚泥量を1/6に低減することができた。実施例7で汚泥減量が顕著な原因は、pH5に設定した好気性消化槽での微小動物の捕食により、汚泥VSSに占める微小動物割合が第二生物処理槽2では32%(w/w)であるのに対し、この好気性消化槽では最大で60%にまで達していたことにある。高微小動物割合の汚泥の可溶化は容易で実施例4, 3, 5の嫌気性消化槽24での可溶化率は65%に

まで達しており、可溶化率が最大で40% (嫌気性消化槽24に投入する汚泥VSSの微小動物割合:30% (w/w)) にまでしか達しなかった実施例3, 4に比べ、高い汚泥減量効果に繋がった。更に嫌気性消化汚泥を固液分離し、溶解性COD成分を再度、第一生物処理槽1で分散菌に変換することで、実施例7では、従来法の1/6の汚泥減量効果を達成することができた。

[0114] [第5アспект]

第5アспектの有機性排水の生物処理方法及び装置によっても、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、安定した処理水質を維持した上でより一層の処理効率の向上と余剰汚泥発生量の低減を図ることができる。有機性排水は第1生物処理槽に導入され、有機成分の大部分 (例えば70%以上) が細菌により酸化分解もしくは細菌の菌体に変換される。この第1生物処理槽の処理液が第2生物処理槽に導入され、残存している有機成分の酸化分解、細菌の自己分解及び微小動物による捕食が行われ、汚泥が減量される。

[0115] 第2生物処理槽の処理液は固液分離処理されて処理水と汚泥とに分離される。処理水は系外に取り出される。汚泥はその一部が第2生物処理槽に返送される。

[0116] 第5アспектでは、この固液分離された汚泥の残部又は前記第2生物処理槽内の汚泥の一部を第3生物処理槽に導入し、好気処理する。次いで、この好気処理された汚泥の一部又は全部を脱水して固形分と水分とに分離する。この固形分を余剰汚泥として引き抜き、水分を第1生物処理槽及び／又は第2生物処理槽に返送する。

[0117] この第3生物処理槽での微小動物の捕食により、汚泥が減量される。第3生物処理槽のpHを6以下、特に5〜5.5とすることにより、汚泥が十分に減量される。

[0118] 第5アспектでは、第2生物処理槽及び第3生物処理槽のSRTを40日以下例えば10〜40日特に15〜30日とすることが好ましい。これにより、槽内の微小生物又は代謝産物が適度に間引かれるようになり、槽内に活性の高い微小動物を維持することが可能となる。

[0119] 以下に図面を参照して第5アспектの好ましい形態を詳細に説明する。

[0120] 図14, 15はそれぞれ第5アспектの好ましい形態を示す系統図である。

[0121] 図14の方法では、原水 (有機性排水) は、まず第1生物処理槽 (細菌槽) 1に導入さ

れ、細菌により、BOD(有機成分)の70%以上、望ましくは80%以上、更に望ましくは90%以上が酸化分解もしくは細菌の菌体に変換される。この第1生物処理槽1のpHは6以上、望ましくはpH6〜8とする。また、第1生物処理槽1へのBOD容積負荷は $1\text{kg}/\text{m}^3/\text{d}$ 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、例えば0.5〜24hとすることで、非凝集性細菌が優占化した処理水を得ることができ、また、HRTを短くすることでBOD濃度の低い排水を高負荷で処理することができる。

- [0122] 第1生物処理槽1の処理水は、第2生物処理槽(微小動物槽)2に導入され、ここで、残存している有機成分の酸化分解、細菌の自己分解及び微小動物による捕食による汚泥の減量化が行われる。
- [0123] 第2生物処理槽2内汚泥は微小動物の占める割合が高く、少なくともSSの5%以上、運転条件によっては30%以上を微小動物が占めている。
- [0124] この第2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なければならない。そこで第2生物処理槽2には汚泥返送を行う活性汚泥法又は膜分離式活性汚泥法を用いることが望ましい。更に望ましくは、微小動物の槽内保持量を高めるために、第2生物処理槽を担体が添加された曝気槽とする。
- [0125] この第2生物処理槽2では、pH6以下、例えばpH5〜6、好ましくは5〜5.5の酸性とすることにより、微小動物による細菌の捕食が効率よく行われる。
- [0126] 第2生物処理槽2へ導入される第1生物処理槽1からの処理液中に有機物が多量に残存した場合、その酸化分解は第2生物処理槽2で行われることになる。微小動物が多量に存在する第2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、細菌は捕食されにくい形態で増殖することが知られている。このように捕食されにくい形態で増殖した細菌群は、微小動物により捕食されず、これらの細菌の分解は自己消化のみに頼ることとなり、第2生物処理槽2や後述の第3生物処理槽34で汚泥が減容されにくくなる。また、第2生物処理槽2をpH6以下の酸性域に設定した場合、有機物が多量に残存していると、その有機物を利用して菌類などが増殖してしまい、バルキングの原因にもなる。そこで先に

も述べたように、第1処理槽1で有機物の大部分、即ち排水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のが好ましい。第2生物処理槽2への溶解性BODによる汚泥負荷は、 $0.1\text{kg-BOD/kg-MLSS/d}$ 以下であることが好ましい。

- [0127] 第2生物処理槽2の処理液は沈殿槽3で固液分離され、分離水は処理水として系外へ排出される。また、分離汚泥の一部は第2生物処理槽2に返送され、残部は第3生物処理槽34へ送られ、好気処理されて減容される。
- [0128] 沈殿槽3からの分離汚泥の第2生物処理槽2と第3生物処理槽34への汚泥返送比率は、以下の第3生物処理槽34での汚泥滞留時間を維持できれば良く、発生汚泥量にあわせて変化させるのが好ましい。
- [0129] この排水処理装置の運転開始時や、第1、第2生物処理槽での発生汚泥量が高い場合には、沈殿槽3で分離された汚泥の半量以上を第3生物処理槽34に供給しても良い。第3生物処理槽34の汚泥滞留時間(SRT)は好ましくは12時間以上特に望ましくは24時間以上、例えば24～960時間とする。
- [0130] 第3生物処理槽34での汚泥減量効果は、第2生物処理槽2と同様、微小動物の捕食によるものである。このため、この第3生物処理槽34のpHを6以下望ましくは5～5.5の範囲に維持することにより、一層高い汚泥減量効果が得られる。ただし、第3生物処理槽34のpHをこの条件にした場合、汚泥減量効果が高いため第3生物処理槽34内の汚泥濃度が過度に低下し、次の脱水機35による汚泥脱水が困難になる場合がある。その場合は、第3生物処理槽34を、沈殿池を設けて汚泥返送を行う好気処理槽又は担体を添加した流動床又は膜分離式好気処理槽とすることにより汚泥濃度を高めても良い。
- [0131] 第3生物処理槽34の汚泥滞留時間(SRT)は12時間以上、望ましくは24時間以上、例えば24～960時間であるが、固液分離装置を設けて汚泥返送を行う好気処理法又は担体を添加した流動床又は膜分離式好気処理法とすることで汚泥滞留時間を更に高めることが可能となる。
- [0132] 第3生物処理槽34で減容された汚泥は、脱水機35へ導入され、固液分離処理される。なお、第3生物処理槽34からの汚泥の一部を脱水機35に導入せずに第2生

物処理槽2に返送してもよい。脱水機35にて脱水された汚泥(固形分)は余剰汚泥として系外に取り出される。脱水濾液(水分)は第1生物処理槽1及び／又は第2生物処理槽2へ供給される。

[0133] このようにして、この図14の有機性排水の生物処理方法によると、有機性排水を効率良く処理することができると共に、余剰汚泥発生量を減少させることができる。

[0134] 本発明では、図15に示す如く、第2生物処理槽2を多段化してもよい。具合的には、2槽の生物処理槽2A、2Bを直列に設け、前段処理槽2AでpH5〜6、望ましくはpH5〜5.5の条件で処理を行い、後段処理槽2BでpH6以上、好ましくはpH6〜8の条件で処理を行うようにしても良い。このような多段処理により、前段処理槽2Aで汚泥の捕食を効果的に行い、後段処理槽2Bで汚泥の固液分離性の向上、処理水水質の向上を図ることができる。図15の方法は、図14において、第2生物処理槽2を多段化した点のみが異なり、その他の構成は図14と同一であり、同一符号は同一部分を示している。

[0135] なお、第2生物処理槽2での汚泥発生量を減らすため、図15のように仕切を作らず、図14のような単槽方式の第2生物処理槽2のpHを6以下に設定した場合には、処理水を放流する前には中和が必要となる。

[0136] 図14、15の方法は第5アスペクトの一例を示すものであり、第5アスペクトはその要旨を超えない限り、何ら図示の方法に限定されるものではない。

[0137] 第3生物処理槽34へは、沈殿槽3の分離汚泥ではなく(又は沈殿槽3の分離汚泥の一部と共に)、第2生物処理槽2から引き抜いた汚泥を導入しても良い。

[0138] 一日当たり第2生物処理槽及び第3生物処理槽から槽内汚泥の1/40望ましくは1/30以上の汚泥を引き抜くことで汚泥減量をより安定して行うことができる。これはSRTを40日望ましくは30日以下で運転することになる。このような条件で運転することの効果としては、槽内の微小動物及び代謝産物を適度に間引くことで活性の高い微小動物を槽内に維持できることにある。

[0139] 第1生物処理槽1で高負荷処理を行うために、後段の沈殿槽3の分離汚泥の一部を第1生物処理槽1に返送しても良く、また第1生物処理槽1として2槽以上の生物処理槽を直列に設けて多段処理を行っても良い。

- [0140] 第1生物処理槽1に担体を添加しても良く、担体を添加した流動床としても良い。これにより、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。
- [0141] 第2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採用することが重要であり、このために、第2生物処理槽2は、図14, 15に示すように、汚泥の返送を行う活性汚泥処理又は膜分離式活性汚泥処理を行うのが好ましい。この場合、曝気槽内に担体を添加することで微小動物の槽内保持量を高めることができる。
- [0142] 第1生物処理槽1、第2生物処理槽2に添加する担体の形状は球状、ペレット状、中空筒状、糸状等任意であり、大きさも0.1〜10mm程度の径で良い。また、担体の材料は天然素材、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。
- [0143] 第5アスペクトの実施例及び比較例
- 以下に実施例及び比較例を挙げて第5アスペクトをより具体的に説明する。
- [0144] 実施例8
- 図14に示す如く、容量が3.6Lの第1生物処理槽(活性汚泥槽(汚泥返送なし))1と、容量が15Lの第2生物処理槽(活性汚泥槽)2と、沈殿槽3と、容量が4Lの第3生物処理槽34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(BOD $630\text{mg}/\text{L}$)の処理を $22\text{L}/\text{d}$ の割合にて行った。各生物処理槽1, 2, 4のpHはいずれも6.8に調整した。第1生物処理槽1に対する溶解性BOD容積負荷は $3.85\text{kg}-\text{BOD}/\text{m}^3/\text{d}$ でHRT4h、第2生物処理槽2への溶解性BOD汚泥負荷は $0.022\text{kg}-\text{BOD}/\text{kg}-\text{MLSS}/\text{d}$ でHRT17h、全体でのBOD容積負荷は $0.75\text{kg}-\text{BOD}/\text{m}^3/\text{d}$ でHRT21hの条件で運転した。
- [0145] 第2生物処理槽2内のSSは $4000\text{mg}/\text{L}$ であり、沈殿槽3で沈降した汚泥は $10000\text{mg}/\text{L}$ に濃縮されていた。この沈殿槽3から濃縮汚泥を引抜き、引抜汚泥のうちの $250\text{mL}/\text{d}$ を第3生物処理槽34に導入し、残りの汚泥を第2生物処理槽2に返送した。第3生物処理槽34のHRT及びSRTは16日に設定した。第3生物処理槽34の処理汚泥は脱水機35で脱水処理され、脱水汚泥は余剰汚泥として排出し、脱水濾液は第2生物処理槽2に返送した。

[0146] この条件で4ヶ月間連続運転したところ、汚泥転換率は $0.14\text{kg-MLSS/kg-BOD}$ となった。沈殿槽3から流出する上澄水のBODは検出限界以下であった。

[0147] 実施例9

実施例8と同様の実験装置を用いて実施例8と同一の有機性排水($\text{BOD}630\text{mg/L}$)の処理を行った。なお、生物処理槽1, 2のpHは6.8に調整し、第3生物処理槽34のpHは5.0とした。第2生物処理槽2内のSSは 5000mg/L である。その他の条件は、実施例8におけると同様である。

[0148] 実施例8と同じく、沈殿槽3からの引抜き汚泥は 10000mg/L に濃縮されていた。

[0149] この条件で4ヶ月間連続運転したところ、第2生物処理槽2から引き抜いた汚泥量から算出した汚泥転換率は $0.08\text{kg-MLSS/kg-BOD}$ となった。

[0150] 比較例5

Fig. 11に示す如く、容量15Lの生物処理槽(活性汚泥槽)2'と沈殿槽3とからなる実験装置を用いて、有機性排水($\text{BOD}630\text{mg/L}$)の処理を 18L/d の割合で行った。余剰汚泥排出量は 250mL/d であり、生物処理槽2'の溶解性BOD容積負荷は $0.76\text{kg-BOD/m}^3/\text{d}$ で、HRT20h、pH6.8の条件で4ヶ月間連続運転したところ、処理水は良好であったものの、汚泥転換率は $0.40\text{kg-MLSS/kg-BOD}$ となった。

[0151] 比較例6

Fig. 12に示す如く、第3生物処理槽4を省略した以外は実施例1と同様の実験装置を用いて、実施例1と同様に有機性排水($\text{BOD}630\text{mg/L}$)の処理を 22L/d の割合で行った。余剰汚泥排出量は 250mL/d であり、各槽のpH条件、負荷条件等は実施例1におけると同様である。

[0152] この条件で4ヶ月間連続運転したところ、処理水は良好であったものの、第2生物処理槽2から引き抜いた汚泥量から算出した汚泥転換率は $0.20\text{kg-MLSS/kg-BOD}$ となった。また、第2生物処理槽2のVSSに占める微小動物割合は約25%(w/w)であった。

[0153] 実施例8, 9及び比較例5, 6における投入BODに対する余剰汚泥発生量(汚泥転換率)を図16に示す。また、実施例8, 9と比較例5, 6の実験開始4ヶ月後の運転状

況を表3に示す。

[0154] [表3]

	原水		第1生物処理槽(3.6L)		第2生物処理槽(15L)		
	BOD (mg/L)	流量 (L/d)	BOD容積負荷 (kg-BOD/m ³ /d)	出口水 溶解性BOD (mg/L)	微小動物 割合 (%—VSS)	MLSS (mg/L)	処理水BOD (mg/L)
実施例8	630	22	3.85	73	30	4000	検出限界以下
実施例9	630	22	3.85	72	30	5000	検出限界以下
比較例5	630	18	—	—	5	4500	検出限界以下
比較例6	630	22	3.85	70~79	25	5000	検出限界以下

[0155] 以上の結果から次のことが分かる。

[0156] 比較例5は従来の活性汚泥法、比較例6は従来の二段生物処理法による処理を実施したものである。従来の活性汚泥法(比較例5)では汚泥転換率は0.40kg—MLSS/kg—BODとなっていたが、比較例6の様に多段生物処理を導入することで汚泥転換率は0.20kg—MLSS/kg—BODとなり、汚泥発生量を1/2に低減することができた。この汚泥減量効果はこれまでに報告されている二段生物処理法と同程度のものである。

[0157] 一方、第3生物処理槽34を設けた実施例8, 9では、汚泥転換率がそれぞれ、0.14及び0.08kg—MLSS/kg—BODとなっており、従来法に比べ、発生汚泥量を大幅に低減することができた。特に、第3生物処理槽34のpHを5.0とした実施例2では、従来法の1/5にまで汚泥を減量することができた。

[0158] [第6及び第7アспект]

第6, 7アспектの有機性排水の生物処理方法及び装置によっても、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、安定した処理水質を維持した上でより一層の処理効率の向上と余剰汚泥発生量の低減を図ることができる。

[0159] 有機性排水は第1生物処理槽に導入され、有機成分の大部分(例えば70%以上)が非凝集性細菌により酸化分解される。この第1生物処理槽の処理液が第2生物処理槽に導入され、残存している有機成分の酸化分解、非凝集性細菌の自己分解及び微小動物による捕食が行われ、汚泥が減量される。

[0160] 第6アспектでは、この第2生物処理槽の汚泥滞留時間(SRT)が5~40日となる

ように制御する。即ち、第2生物処理槽のSRTが5〜40日となるように、1日当たり、第2生物処理槽内の汚泥の $1/5 \sim 1/40$ を引き抜く。このように第2生物処理槽内の汚泥の所定量を引き抜いて、第2生物処理槽内に存在する微小動物や糞を間引くことにより産卵可能状態の微小動物を第2生物処理槽内に常に比較的高い割合で一定量維持することができるようになり、良好な汚泥減量作用を得ることができる。

[0161] このように、微小動物の割合が比較的高い第2生物処理槽の汚泥は、通常の活性汚泥に比べて、物理的、化学的、生物学的のいずれの処理においても容易に可溶化することができ、可溶化により、より一層の汚泥減量化を図ることができる。

[0162] また、第2生物処理槽の汚泥を第3生物処理槽にて好気条件で酸化処理する第7アспектにおいても、第2生物処理槽及び第3生物処理槽のSRTが5〜40日となるように各槽の汚泥を引き抜くことにより、両槽において微小動物量を高く維持して効率的な汚泥減量化を図ることができる。

[0163] 以下に図面を参照して第6, 7アспектの有機性排水の生物処理方法の好ましい形態を詳細に説明する。

[0164] 図17は本発明に係る有機性排水の生物処理方法の実施の形態を示す系統図である。

[0165] 図17の方法では、原水(有機性排水)は、まず第1生物処理槽(分散菌槽)1Dに導入され、非凝集性細菌により、BOD(有機成分)の70%以上、望ましくは80%以上、更に望ましくは90%以上が酸化分解される。この第1生物処理槽1DのpHは6以上、望ましくはpH6〜8とする。また、第1生物処理槽1DへのBOD容積負荷は $1\text{kg}/\text{m}^3/\text{d}$ 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、例えば0.5〜24hとすることで、非凝集性細菌が優占化した処理水を得ることができ、また、HRTを短くすることでBOD濃度の低い排水を高負荷で処理することができる。

[0166] 第1生物処理槽1Dの処理水は、第2生物処理槽(微小動物槽)2Dに導入され、ここで、残存している有機成分の酸化分解、非凝集性細菌の自己分解及び微小動物による捕食による汚泥の減量化が行われる。

[0167] この第2生物処理槽2D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

装置を用いなければならない。そこで第2生物処理槽2Dには汚泥返送を行う活性汚泥法又は膜分離式活性汚泥法を用いることが望ましい。更に望ましくは、微小動物の槽内保持量を高めるために、第2生物処理槽2Dを担体が添加された曝気槽とする。

[0168] また、この第2生物処理槽2Dでは、pH6以下、例えばpH5〜6、好ましくは5〜5.5の酸性とすることにより、微小動物による細菌の捕食が効率よく行われる。

[0169] このようにすることで、汚泥発生量を通常の50%に低減することが可能であるが、第2生物処理槽の汚泥引き抜き量を減らす、即ちSRTを長くした場合、前述の如く、槽内に十分量の微小動物がいても、それは産卵せず、また、汚泥の大部分が糞塊ばかりで餌となる細菌も減少し、槽内の微小動物が寿命によりいっせいに死滅することがある。このように、第2生物処理槽2D内の微小動物が大幅に減少すると回復までには一ヶ月以上を要する。このような問題を回避するには、第2生物処理槽2Dの汚泥を定期的に入れ替える、即ち、微小動物や糞を間引く必要がある。そのために、第6アスペクトでは、第2生物処理槽2DのSRTが5日以上40日以下、望ましくは10日以上30日以下、更に望ましくは20日以上30日以下の範囲内で一定となるように、第2生物処理槽2D内の汚泥を引き抜く。即ち、第2生物処理槽2D内の汚泥を1日当たり $1/40$ 以上 $1/5$ 以下、好ましくは $1/30$ 以上 $1/10$ 以下、より好ましくは $1/20$ 〜 $1/30$ の割合で引き抜く。このような条件で第2生物処理槽2Dを運転することで、槽内SSに占める微小動物の割合を10%以上、好ましくは15〜30%に維持し、これにより、常に汚泥発生量の少ない状態を安定に維持することができるようになる。

[0170] この第2生物処理槽2Dから引き抜いた汚泥は、通常の単槽式処理の場合の活性汚泥や、多段活性汚泥法で単に第2生物処理槽の汚泥濃度を高くしている場合の活性汚泥に比べ、微小動物の割合が高い汚泥であることから、物理的、化学的、生物学的いずれの処理でも容易に可溶化されるため、好ましくは、これらの処理で可溶化する。この可溶化処理方法としては、超音波処理、オゾン処理、キャビテーション、酸アルカリ処理、酸化剤処理、高温処理、嫌気性消化などがあるが、いずれの方法によっても、第2生物処理槽2Dの引き抜き汚泥は、少ないエネルギー、処理時間で容易に可溶化可能である。ここで可溶化した汚泥は、第2生物処理槽2Dに返送して

も良いし、固液分離して分離水は第1生物処理槽1D及び／又は第2生物処理槽2Dへ、固形分は第2生物処理槽2Dへと返送しても良い。また、固形分の一部又は全部を余剰汚泥として引き抜いても良い。更に、可溶化手段が嫌気性消化のように生物学的手法の場合、固液分離後、汚泥をこの嫌気性消化汚泥槽に返送し、SRTを延長することにより、可溶化及び無機化を更に促進しても良い。

[0171] なお、本発明において、第2生物処理槽2Dへ導入される第1生物処理槽1Dからの処理液中に有機物が多量に残存した場合、その酸化分解は第2生物処理槽2Dで行われることになる。微小動物が多量に存在する第2生物処理槽2D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、細菌は捕食されにくい形態で増殖することが知られている。このように捕食されにくい形態で増殖した細菌群は、微小動物により捕食されず、これらの細菌の分解は自己消化のみに頼ることとなり、汚泥が減容されにくくなる。また、第2生物処理槽2DをpH6以下の酸性域に設定した場合、有機物が多量に残存していると、その有機物を利用して菌類などが増殖してしまい、バルキングの原因にもなる。そこで先にも述べたように、第1生物処理槽1Dで有機物の大部分、即ち排水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のが好ましい。第2生物処理槽2Dへの溶解性BODによる汚泥負荷は、 $0.1\text{ kg-BOD/kg-MLSS/d}$ 以下であることが好ましい。

[0172] 第2生物処理槽2Dの処理液は沈殿槽3Dで固液分離され、分離水は処理水として系外へ排出される。また、分離汚泥の一部は必要に応じて余剰汚泥として系外へ排出され、残部は第2生物処理槽2Dに返送される。

[0173] 本発明においては、第2生物処理槽2Dから引き抜いた汚泥又は第2生物処理槽の汚泥を固液分離して得られる分離汚泥(図17では、沈殿槽3Dの分離汚泥)を再度好気条件で酸化処理する好気性消化槽を第3生物処理槽として設けても良い(図17では図示せず)。この場合においても、第2生物処理槽におけると同様の理由から、第2生物処理槽のみならず、第3生物処理槽についても、SRTが5日以上40日以下、望ましくは10日以上30日以下、更に望ましくは10日以上20日以下の範囲内で一定となるように制御することが望ましい。この第3生物処理槽についても、このような

SRTを満たした上で沈殿槽を設けて汚泥返送を行う好気処理法又は担体を添加した流動床処理、或いは膜分離式好気処理法とすることでSRTを長くしても良い。第3生物処理槽からの処理汚泥の一部又は全部は第2生物処理槽に返送しても良いし、また、これを固液分離し、処理水は第1生物処理槽及び／又は第2生物処理槽へ返送し、固形分は第2生物処理槽へ返送しても良い。また、固形分の一部又は全部を余剰汚泥として引き抜いても良い。

[0174] この第3生物処理槽への汚泥送給量は、上述の第3生物処理槽でのSRTを維持できれば良く、発生汚泥量にあわせて変化させるのが好ましい。

[0175] この第3生物処理槽での汚泥減量効果は、第2生物処理槽と同様、微小動物の捕食によるものである。このため、この第3生物処理槽についても、pHを6以下望ましくは5〜5.5の範囲に維持することにより、一層高い汚泥減量効果を得ることができる。ただし、第3生物処理槽のpHをこの条件にした場合、汚泥減量効果が高いために第3生物処理槽内の汚泥濃度が過度に低下する場合がある。その場合は、特に上述の如く、第3生物処理槽を、沈殿池を設けて汚泥返送を行う好気処理槽又は担体を添加した流動床又は膜分離式好気処理槽とすることにより汚泥濃度を高めることが好ましい。

[0176] このような第6, 7アスペクトの有機性排水の生物処理方法によると、有機性排水を効率良く処理することができると共に、長期に亘り安定して余剰汚泥発生量を減少させることができる。

[0177] なお、図17の方法は第6アスペクトの実施の形態の一例を示すものであり、第6, 7アスペクトはその要旨を超えない限り、何ら図示の方法に限定されるものではない。

[0178] 例えば、第2生物処理槽は多段化してもよい。具合的には、2槽の生物処理槽を直列に設け、前段処理槽でpH5〜6、望ましくはpH5〜5.5の条件で処理を行い、後段処理槽でpH6以上、好ましくはpH6〜8の条件で処理を行うようにしても良い。このような多段処理により、前段処理槽で汚泥の捕食を効果的に行い、後段処理槽で汚泥の固液分離性の向上、処理水水質の向上を図ることができる。

[0179] また、第1生物処理槽1Dで高負荷処理を行うために、後段の沈殿槽3Dの分離汚泥の一部を返送しても良く、また第1生物処理槽1Dとして2槽以上の生物処理槽を

直列に設けて多段処理を行っても良い。

[0180] また、第1生物処理槽1Dに担体を添加しても良く、担体を添加した流動床としても良い。これにより、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。

[0181] 第2生物処理槽2Dでは、前述の如く、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採用することが重要であり、このために、第2生物処理槽は、図1に示すように、汚泥の返送を行う活性汚泥処理、又は膜分離式活性汚泥処理を行うのが好ましい。この場合、曝気槽内に担体を添加することで微小動物の槽内保持量を高めることができる。

[0182] 第1生物処理槽、第2生物処理槽に添加する担体の形状は球状、ペレット状、中空筒状、糸状等任意であり、大きさも0.1～10mm程度の径で良い。また、担体の材料は天然素材、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。

[0183] 第6、第7アスペクトの実施例及び比較例

以下に実施例、比較例及び参考例を挙げて第6、7アスペクトをより具体的に説明する。

[0184] 実施例10

図17に示す如く、容量が3.6Lの第1生物処理槽(活性汚泥槽(汚泥返送なし))1Dと、容量が15Lの第2生物処理槽(活性汚泥槽)2Dと、沈殿槽3D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(BOD $630\text{mg}/\text{L}$)の処理を $22\text{L}/\text{d}$ の割合にて行った。各生物処理槽1D、2DのpHはいずれも6.8に調整した。第1生物処理槽1Dに対する溶解性BOD容積負荷は $3.85\text{kg-BOD}/\text{m}^3/\text{d}$ でHRT4h、第2生物処理槽2Dへの溶解性BOD汚泥負荷は $0.022\text{kg-BOD}/\text{kg-MLSS}/\text{d}$ でHRT17h、全体でのBOD容積負荷は $0.75\text{kg-BOD}/\text{m}^3/\text{d}$ でHRT21hの条件で運転した。第2生物処理槽2Dからは、SRTが25日となるように、1日当たり槽内汚泥の $1/25$ を引き抜き、引き抜いた汚泥は系外へ排出した。

[0185] このときの第2生物処理槽内2Dの微小動物数の経日変化を図18に、また、汚泥転換率の経日変化を図19に示す。

[0186] 第2生物処理槽2D内のSSは $3500\text{mg}/\text{L}$ で、槽内の微小動物の優占種はハオリ

ワムシとヒルガタワムシでそれぞれ約30000個/ml、約35000個/ml、槽内SSに占める微小動物の割合は約50%であり、この状態は5ヶ月以上安定して維持された。また、汚泥転換率は0.15kg-MLSS/kg-BODとなり、後述の単槽処理による比較例7の場合の汚泥転換率0.37kg-MLSS/kg-BODに比べ、60%の汚泥減量効果が安定して維持された。なお、沈殿槽3Dから得られる処理水のBODは検出限界以下であった。

[0187] また、第2生物処理槽2Dの引き抜き汚泥をSRT15日の条件で嫌気性消化するとCODの50%をメタンに変換することができた。この効果を考慮すると従来法に比べ75%以上の汚泥減量が可能であるといえる。

[0188] 比較例7

図11に示す如く、容量15Lの生物処理槽(活性汚泥槽)2'と沈殿槽3とからなる実験装置を用いて、有機性排水(BOD630mg/L)の処理を18L/dの割合で行った。返送汚泥量は250mL/d、余剰汚泥排出量は250mL/dであり、生物処理槽2'の溶解性BOD容積負荷は0.76kg-BOD/m³/dで、HRT20h、pH6.8の条件で連続運転したところ、処理水水質は良好であったものの、汚泥転換率は0.37kg-MLSS/kg-BODであった。

[0189] 比較例8

実施例10において、第2生物処理槽2Dからの汚泥引き抜き量をSRTが45日となるように、1日当たり槽内汚泥の1/45としたこと以外は同条件で運転を行った。

[0190] このときの第2生物処理槽2D内の微小動物数の経日変化を図18に、また、汚泥転換率の経日変化を図19に示す。

[0191] この比較例8では、第2生物処理槽2Dからの汚泥引き抜き量が実施例10に比べ少ないため、第2生物処理槽2D内のSSは5000mg/Lと高かったが、活性汚泥処理可能な汚泥濃度であった。第2生物処理槽2D内の微小動物の優占種はヒルガタワムシであったが、その量は絶えず変化しており0~50000個/ml、槽内SSに占める微小動物の割合は0~25%であり、この条件では約40日おきに微小動物の大量死が起こりその都度汚泥転換率は高くなっていた。そのため、処理水水質は良好であったものの、平均の汚泥転換率も0.20kg-MLSS/kg-BODとなり、比較例7に

比べて45%程度の汚泥減量効果にとどまった。

- [0192] また、第2生物処理槽2Dの引き抜き汚泥をSRT15日の条件で嫌気性消化しても、微小動物の含有割合が低いため、CODの30%しかメタンに変換することができず、この効果を考慮しても従来法に比べ60%程度の汚泥減量にとどまっていた。
- [0193] 以上の結果から、次のことが明らかである。即ち、二段生物処理法を導入することで汚泥発生量を平均45%程度減量することは可能であるが、比較例8のように、第2生物処理槽内汚泥濃度を高くするためSRTを長くしすぎると、第2生物処理槽内の微小動物数を安定させることはできず、汚泥転換率も絶えず変動することとなり、結果として十分な汚泥減量効果を得ることはできない。
- [0194] しかしながら、実施例10のように、第2生物処理槽2D内に維持しようとする微小動物の生活サイクルに合わせ、定期的に第2生物処理槽内汚泥を引き抜くことで、汚泥減量率も60%まで向上し、また、この余剰汚泥はワムシのような後生動物を多く含むため、通常の汚泥に比べ、嫌気性消化での減量化も容易であることから、より一層の汚泥減量が可能となる。
- [0195] 実施例11
- 実施例10において、沈殿槽3Dの分離汚泥のうちの一部600mL/dを容量6Lの第3生物処理槽に送給し、残部を第2生物処理槽2Dに返送し、第3生物処理槽で好気性消化した汚泥を固液分離して分離水を第1生物処理槽1Dに、分離汚泥を第2生物処理槽2Dに返送したこと以外は同様にして処理を行った。
- [0196] 第3生物処理槽はpH5.0とし、SRTが10日となるように1日当たり槽内汚泥の1/10を引き抜き、引き抜いた汚泥は系外へ排出した。その結果、沈殿槽から得られる処理水のBODは検出限界以下であり、汚泥転換率は0.7kg-MLSS/kg-BODとなった。
- [0197] 参考例1
- 実施例11において、第3生物処理槽のSRTが45日となるように、1日当たり槽内汚泥の1/45を引き抜いたこと以外は同条件で運転を行ったところ、処理水水質は実施例2と同等であったが、汚泥転換率は0.11kg-MLSS/kg-BODとなり、第3生物処理槽を設けたことによる汚泥減量効果は低減した。

[0198] 実施例11と参考例1とから、第3生物処理槽を設けて更に好気性消化を行うことにより、より一層の汚泥減量化を図ることができるが、この第3生物処理槽についてもSRTが過度に長いと第3生物処理槽による汚泥減量化効果が低減することが分かる。

[0199] [第8及び第9アспект]

第8, 9アспектの有機性排水の生物処理方法によれば、以下のような作用効果のもとに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、安定した処理水質を維持した上でより一層の処理効率の向上と余剰汚泥発生量の低減を図ることができる。

[0200] 有機物除去を行う第1生物処理工程で生成される細菌の状態の中で、最も微小動物に捕食されやすいものは分散状態の細菌である。フロック化した細菌であっても、第2生物処理工程中に、濾過捕食型微小動物に加え、凝集体捕食型微小動物が存在すれば、十分捕食可能である。しかしながら、微小動物に細菌が速やかに捕食されるためには、細菌一個体が微小動物の口径より小さいことが有利であり、細菌が分散状態であるか、フロック状態であるかを問わず、細菌が糸状化している場合は、微小動物によっては捕食可能であるものの、捕食速度は低下し、汚泥減量効果も低減する。

[0201] 以上の問題を解決するため、第8, 9アспектでは第1生物処理工程で生成する細菌を糸状化させない条件で運転することを特徴としている。

[0202] 即ち、基準となる有機性排水中の有機成分(BOD)の70%以上、100%未満が酸化分解されるに要する基準HRTの0.75〜1.5倍の範囲となるように、第1生物処理工程のHRTを制御する。

[0203] ここで、基準HRTのBOD酸化分解率を100%未満とし、BODを完全に酸化分解させないのは、系内にBODが存在しない条件下では非凝集性細菌が糸状化、フロック化する傾向を有することから、これを防止するためである。また、基準HRTのBOD酸化分解率を70%とするのは、30%を超えるBODが第2生物処理工程に移行することを防止するためである。30%を超えるBODが第2生物処理工程に移行する場合には、十分な汚泥減量効果を享受することができない。これは、第2生物処理工程において、非凝集性細菌が当該30%を超えるBODを糸状化しつつ分解することと

なるため、微小動物が捕食しにくくなり、その結果十分な汚泥減量効果が得られないからである。

- [0204] 有機性排水量は経時により変動するが、HRTは処理槽容積(L)を処理水流量(L/h)で除したものであり、従って、有機性排水量減少時にはHRTが長くなるため、非凝集性細菌のフロック化や糸状化が起こり、第2生物処理工程での捕食速度が低下し、汚泥減量効果も低下する。
- [0205] そこで、第8アспектでは有機性排水量減少時に、第1生物処理工程に供給される有機性排水に液体を加えることにより第1生物処理工程に流入する被処理水量を一定にし、第1生物処理工程におけるHRTを安定させる。この液体としては、請求項2のように、第2生物処理工程を経た処理水を好適に用いることができる。
- [0206] 第9アспектでは、有機性排水量の変動に応じて第1生物処理工程を行う処理槽内の水量を変動させることにより、第1生物処理工程のHRTを安定化させる。
- [0207] このように、第8、9アспектに従って、基準となる有機性排水のBOD酸化分解率30%以上100%未満を達成する基準HRTに対して、その0.75〜1.5倍の範囲内となるように第1生物処理工程のHRTを制御することにより、第1生物処理工程で生成する非凝集性細菌を糸状化、フロック化させることなく、第2生物処理工程に送給することができ、第2生物処理工程において、微小動物濃度を高濃度に安定化させて、良好な汚泥減量効果を得ることができる。
- [0208] なお、第1生物処理工程におけるHRTは、好ましくは、基準HRTとなるように制御するのが最適であるが、一般的には、基準HRTの0.75〜1.5倍の範囲内で、本発明による効果を十分に得ることができる。ただし、第1生物処理工程のHRTは、特に基準HRTの0.9〜1.2倍、とりわけ0.95〜1.05倍の範囲内で制御することが好ましい。
- [0209] 有機性排水のBOD濃度が大きく変動する場合、基準となる有機性排水に対して定めた基準HRTの0.75〜1.5倍の範囲内で第1生物処理工程のHRTを制御しても、次のような不具合が発生する場合がある。即ち、有機性排水のBOD濃度が基準となる有機性排水のBOD濃度の50%以下に低減し、その後再度基準となるBOD濃度に戻った場合、第1生物処理工程において、BODの細菌への変動が追従し得な

くなり、第1生物処理工程で分解し得ずに残存したBODが第2生物処理工程に流入してしまう。第2生物処理工程に流入したBODは、第2生物処理工程で酸化分解されることになるが、微小動物が多量に存在する第2生物処理工程で細菌によるBODの酸化分解が起こると、細菌は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損なわれる。

- [0210] 第1生物処理工程を、処理槽内に担体を添加した流動床式生物処理工程とすることにより、担体に付着した生物膜が負荷低下時に減少した第1生物処理工程内の細菌の供給源となり、再度、負荷が戻った場合に、速やかに細菌が増殖し、第1生物処理工程でのBOD除去率を安定させることができるため、有機性排水のBOD濃度変動による上記問題を解決することができる。
- [0211] 以下に図面を参照して第8, 9アスペクトの有機性排水の生物処理方法の好ましい形態を詳細に説明する。
- [0212] 図20～23は、第8又は第9アスペクトの有機性排水の生物処理方法の好ましい形態を示す系統図である。図20～23において、1は第1生物処理槽、2は第2生物処理槽、3は沈殿槽、54は流量計、55は調整槽、55Aは原水貯槽、55Bは処理水槽、56は原水ポンプ、57は水位調整用ポンプ、58は担体分離用スクリーン、59は担体を示す。
- [0213] いずれの方法においても、原水(有機性排水)は、まず第1生物処理槽(分散菌槽)1に導入され、非凝集性細菌により、BOD(有機成分)の70%以上、望ましくは80%以上、更に望ましくは90%以上が酸化分解される。この第1生物処理槽1のpHは6以上、望ましくはpH6～8とする。また、第1生物処理槽1へのBOD容積負荷は $1\text{kg}/\text{m}^3/\text{d}$ 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、例えば0.5～24hの範囲で、後述した方法で予め定めた基準HRTの0.75～1.5倍の範囲内とすることで、非凝集性細菌が優占化した処理水を得ることができ、また、HRTを短くすることでBOD濃度の低い排水を高負荷で処理することができ、好ましい。
- [0214] 第1生物処理槽1の処理水は、第2生物処理槽(微小動物槽)2に導入され、ここで

、残存している有機成分の酸化分解、非凝集性細菌の自己分解及び微小動物による捕食による汚泥の減量化が行われる。この第2生物処理槽2はpH6以上、好ましくはpH6〜8の条件で処理を行う。

[0215] 第2生物処理槽2の処理水は沈殿槽3で固液分離され、分離水は処理水として系外へ排出される。また、分離汚泥の一部は余剰汚泥として系外へ排出され、残部は第2生物処理槽2に返送される。なお、この汚泥返送は、各生物処理槽における汚泥量の維持のために行われるものであり、例えば、第1生物処理槽1及び／又は第2生物処理槽2を、後述のような担体を添加した流動床式とした場合、汚泥返送は不要である場合もある。第1生物処理槽1のBOD容積負荷が低い場合は、図示の如く、汚泥返送は第2生物処理槽2のみとしても良いが、汚泥返送は、第1生物処理槽1に行っても良く、第1生物処理槽1と第2生物処理槽2との両方に行っても良い。また、第3生物処理槽を設け、第2生物処理槽又は沈殿槽から引き抜いた汚泥を処理し、更に減量しても良い。ここから引き抜いた汚泥はそのまま、第1及び／又は第2生物処理槽に返送しても良いし、固液分離して余剰汚泥として処理しても良い。その場合、脱離液の一部又は全部を第1及び／又は第2生物処理槽に返送しても良い。また、固形分の一部又は全部を第1及び／又は第2生物処理槽に返送しても良いし、脱水汚泥として処理しても良い。また、生物処理の方法は嫌気性処理、好気性処理いずれでも良い。

[0216] 第8, 9アスペクトにおいては、予め基準HRTを机上試験などにより求めておき、この基準HRTの0.75〜1.5倍の範囲となるように第1生物処理槽1のHRTを制御する。

[0217] 基準HRTを求めるための机上試験の方法としては、培養槽に対象となる有機性排水を同一速度で連続的に供給、引き抜き、細菌の増殖と有機性排水の供給による細菌の希釈とが平衡に達する状態が発生し、そのとき残存する排水BODが排水の初期BODの30%以下、望ましくは20%以下となるような排水の供給速度から最適滞留時間(HRT)を求めるものがある。また、上記の連続実験以外に回分実験から対象となる排水の分解速度を求め、その結果から最適HRTを求めても良い。また、排水中に難分解性成分を多く含有し、最適HRTが長くなったり、分解速度に差がある成

分を多く含むような場合は、対象排水に対し、何らかの処理を行い、難分解性成分の分解を促進し、HRT24h以下望ましくは12h以下で排水中の有機成分を70%以上望ましくは80%以上分解できるようにすることが望ましい。難分解性成分の分解促進方法としては、酸、アルカリ等の薬品による化学処理、特定細菌や酵素の利用等による生物処理、物理処理いずれを用いても良い。

[0218] 第8, 9アспектにおいて、基準HRTは、基準となる有機性排水のBODの70%以上100%未満が菌体に変換されるに要するHRTであるが、好ましくはこのBODの75%以上、特には80〜95%が菌体に変換されるに要するHRTとして設定することが好ましい。

[0219] また、前述の如く、第1生物処理槽1のHRTは、特に基準HRTの0.9〜1.2倍、とりわけ0.95〜1.05倍の範囲内で制御することが好ましい。

[0220] 図20の方法では、第1生物処理槽1のHRTが所定の値となるように、沈殿槽3の処理水を第1生物処理槽1の原水導入側に返送する。

[0221] 即ち、原水の流量を流量計54で測定し、原水量が所定のHRTを確保するために不足する場合には、その不足分を処理水で補い、原水量と返送処理水量との合計で、第1生物処理槽1のHRTを所定範囲に制御する。

[0222] 図21に示す方法でも、第1生物処理槽1に流入する液量を制御する。図21では、原水貯槽55Aと処理水槽55Bとが隣接して設けられた調整槽55を設け、この調整槽55から原水ポンプ56により所定量の水量で第1生物処理槽1に被処理水を供給する。この調整槽55は、原水貯槽55Aの水位に応じて、処理水槽55B内の処理水が原水貯槽55A内に流入するように両槽間に液流通部を有する仕切壁が設けられており、原水量の増減をこの調整槽55で吸収し、一定の水量で原水、或いは原水と処理水を第1生物処理槽1に送給することにより、第1生物処理槽1のHRTを所定範囲に維持することができる。この図21の方法では、調整槽55を設けることにより、図20における流量計54及び処理水返送ポンプ(図20では図示せず)を省略して、HRTの制御を簡素化することができる。

[0223] 図22に示す方法では、第1生物処理槽1に水位調整用ポンプ57を設け、第1生物処理槽1への流入原水量が少なく、第1生物処理槽1のHRTが長くなる傾向にある

場合には、この水位調整用ポンプ57で第1生物処理槽1内の水を第2生物処理槽2に強制的に移送し、第1生物処理槽1の見掛け上の保水量を低減させることにより、第1生物処理槽1のHRTを所定の範囲に維持する。

[0224] 図23に示す方法は、図22に示す方法において、第1生物処理槽1に担体分離用スクリーン58を設け、このスクリーン58の原水導入側に担体59を投入すると共に、スクリーン58の処理水排出側に水位調整用ポンプ57を設けて、図22に示す方法と同様に、この水位調整用ポンプ57で第1生物処理槽1内の水を第2生物処理槽2に強制的に移送し、第1生物処理槽1の見掛け上の保水量を低減させることにより、第1生物処理槽1のHRTを所定の範囲に維持する。

[0225] 図23に示す方法では、第1生物処理槽1に担体59を投入したことにより、前述の如く、原水BOD濃度の変動に対して、第1生物処理槽1におけるBOD除去率を安定化させることができる。

[0226] 第1生物処理槽1への担体の添加率(以下「槽内充填率」と称す。)は、第1生物処理槽1の有効容積に対して、0.1〜20%、特に1〜10%、とりわけ2〜5%とすることが好ましい。添加する担体の形状は球状、ペレット状、中空筒状、糸状等任意であり、大きさも0.1〜10mm程度の径で良い。また、担体の材料は天然素材、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。

[0227] 担体は、図20, 21における方法において、第1生物処理槽1に添加しても良いことは言うまでもない。水位調整用ポンプ57により第1生物処理槽1内の水を第2生物処理槽2に移送する構成を採用する場合は、図23に示す如く、第1生物処理槽1の底部にまで到る担体分離用スクリーン58を設ける必要がある。この場合、担体から剥離した生物膜がスクリーン58でつまり、SSの流出が妨げられ、汚泥滞留時間が長くなることを防ぐため、スクリーン58の目開きは5mm以上にすることが望ましく、この場合において、添加する担体59は5mm以上の径であることが望ましい。

[0228] なお、図20〜23に示す方法は第8, 9アスペクトの一例であって、第8, 第9アスペクトはその要旨を超えない限り、何ら図示の方法に限定されるものではない。例えば、HRTの制御のために原水に添加する液体は、処理水の他、工水、井水、市水、河川水等を用いても良いが、好ましくは、処理水を用いる。

[0229] また、担体は、第1生物処理槽1のみならず、第2生物処理槽2にも添加しても良い。また、第1生物処理槽1、第2生物処理槽2は、2槽以上の生物処理槽を直列に配置した多段処理としても良く、槽内に分離膜を浸漬した膜分離式活性汚泥処理としても良い。

[0230] ところで、細菌の活性、即ち、BOD分解能は、温度が高くなると高くなり、温度が低くなると低下する。つまり、所定のBOD酸化分解率を得るに要する第1生物処理槽のHRTは、温度が高くなると短くなり、温度が低くなると長くなる。そこで、原水の温度変化が基準となる温度に対して5℃以上ある原水に関しては、温度による最適HRTの変化を事前に机上試験から確認しておき、温度変動時には温度の影響を考慮した基準HRTを予め設定し、この基準HRTに対して、第1生物処理槽のHRTを0.75～1.5倍の範囲内、特に基準HRTの0.9～1.2倍、とりわけ0.95～1.05倍の範囲内で制御することが好ましい。

[0231] 同様に、原水のBOD濃度変化が基準となるBOD濃度に対して大きく変動する場合にも、このBOD濃度変動に基いた基準HRTを予め設定し、この基準HRTに対して、第1生物処理槽のHRTを0.75～1.5倍の範囲内、特に基準HRTの0.9～1.2倍、とりわけ0.95～1.05倍の範囲内で制御することが好ましい。

[0232] このようにして、第1生物処理槽1のHRTを所定の範囲内に制御する本発明の有機性排水の生物処理方法によれば、第2生物処理槽2での微小動物密度は高まり、槽内SSに占める微小動物割合は10%以上で維持され、後述の実施例の結果からも明らかなように、標準活性汚泥法に比べ50%以上の汚泥減量効果を安定して得ることができる。

[0233] 第8、第9アスペクトの実施例及び比較例

以下に実施例及び比較例を挙げて第8、第9アスペクトをより具体的に説明する。

[0234] 実施例12

第1生物処理槽1として容量3.6Lの活性汚泥槽(汚泥返送なし)と、第2生物処理槽2として容量15Lの活性汚泥槽を連結させた実験装置を用いて、図1に示す本発明の方法で有機性排水の処理を実施した。第1生物処理槽1のpHは6.8に、第2生物処理槽2のpHは6.8に調整した。第1生物処理槽1に対する溶解性BOD容積負

荷は $3.85\text{kg-BOD}/\text{m}^3/\text{d}$ 、HRT4h、第2生物処理槽2への溶解性BOD汚泥負荷は $0.022\text{kg-BOD}/\text{kg-SS}/\text{d}$ 、HRT17h、全体でのBOD容積負荷 $0.75\text{kg-BOD}/\text{m}^3/\text{d}$ 、HRT21hの条件で運転した。実験は 20°C 恒温室内で行った。その結果、汚泥転換率は $0.18\text{kg-SS}/\text{kg-BOD}$ となった。なお、予め机上試験により求めた原水中のBODの75%を酸化分解するに要する第1生物処理槽1のHRTは4hである。

[0235] 運転開始1ヶ月後から、上記と同様の条件で12h運転し、その後、基質流量を半分に減らし、減った分の水量を処理水で補う運転(この間BOD容積負荷は半減する)を12h交互に繰り返す試験(負荷変動運転)を行ったところ、第1生物処理槽1のHRTは約4hに維持でき、第1生物処理槽1中の細菌も分散状態が維持された。しかし、負荷半減時に分散菌濃度が減少し、負荷回復時に分散菌の再増殖が間に合わず、排水中の有機物が分解されず、これが第2生物処理槽2に流入することがあった。そのため、汚泥転換率は若干増え、 $0.28\text{kg-SS}/\text{kg-BOD}$ となっていた。

[0236] 運転期間中の第2生物処理槽2ではヒルガタワムシが優占化し、負荷変動運転前の微小動物数は $55000\sim70000$ 個/mlで、槽内SSに占める割合は20%であったが、負荷変動運転開始後は、微小動物数は 30000 個/ml程度に留まった。

[0237] 実施例13

第1生物処理槽1に粒径5mmのスポンジを槽内充填率5%で添加して、第1生物処理槽において、流動床式活性汚泥処理を行ったこと以外は、実施例1と同条件で運転を行った。

[0238] その結果、負荷変動運転開始後も、第1生物処理槽1のHRTは約4hに維持でき、第1生物処理槽1中の細菌も分散状態が維持された。しかも、汚泥転換率も $0.18\text{kg-SS}/\text{kg-BOD}$ に維持できた。

[0239] 運転期間中、高負荷変動の前後いずれにおいても、第2生物処理槽2ではヒルガタワムシが優占化し、微小動物数は $55000\sim70000$ 個/mlで、槽内SSに占める割合は20%であった。

[0240] 比較例9

実施例12において、第1生物処理槽を省略し、容量15Lの第2生物処理槽のみか

らなる実験装置を用いて処理を行った。実験は20℃恒温室内で行い、溶解性BOD容積負荷は $0.76\text{kg-BOD}/\text{m}^3/\text{d}$ 、HRT20hの条件で1ヶ月間連続運転したところ、処理水質は良好だったものの、汚泥転換率は $0.40\text{kg-SS}/\text{kg-BOD}$ となった。

[0241] また、実施例12と同様にして、12h毎に、基質流量を半分に減らした運転(この間BOD容積負荷は半減)を12h、交互に繰り返して負荷変動運転を行ったところ、汚泥転換率は変わらず、 $0.40\text{kg-SS}/\text{kg-BOD}$ となっていた。運転期間中、活性汚泥槽では、ヒルガタワムシが3000個/ml、ツリガネムシが10000個/ml観察されたが、槽内SSに占める微小動物割合は常に5%以下であった。

[0242] 比較例10

負荷変動運転後、基質流量を半分に減らしたときに処理水の返送を行わなかったこと以外は、実施例12と同条件で運転を行った。

[0243] その結果、負荷変動運転前は、実施例1と同様、汚泥転換率は $0.18\text{kg-SS}/\text{kg-BOD}$ であったが、負荷変動運転開始後は、第1生物処理槽1では、分散状態の糸状性細菌(長さ50ー1000 μm)が優占化し、第2生物処理槽2では、負荷を変動させる前に優占化していたヒルガタワムシが50000個/mlから0個/mlに減少し、汚泥転換率も $0.34\text{kg-SS}/\text{kg-BOD}$ まで上昇した。

[0244] 以上の実施例12, 13及び比較例9, 10における、負荷変動運転前の投入BOD量に対する余剰汚泥発生量(発生VSS:汚泥転換率)との関係を図24に、負荷変動運転開始後の投入BOD量に対する余剰汚泥発生量(発生VSS:汚泥転換率)との関係を図25に示す。

[0245] 図24, 25より、負荷変動の前後を問わず、微小動物の捕食作用を利用した多段活性汚泥法の方が高い汚泥減量効果を得ることができるが、多段活性汚泥法による処理において、本発明に従って、第1生物処理槽のHRTを所定範囲に維持することにより、更には第1生物処理槽に担体を添加して流動床式活性汚泥処理を行うことにより、負荷の変動にもかかわらず安定した汚泥減量効果を得ることができることが分かる。

請求の範囲

- [1] 有機性排水中のBODを高負荷処理して分散菌体に変換する第1の生物処理槽と、
変換された分散菌体をフロック化すると共に微小生物を共存させる第2の生物処理槽とを有する有機性排水の生物処理方法において、
該第2の生物処理槽をpH5〜6の条件下に行うことを特徴とする有機性排水の生物処理方法。
- [2] 請求項1において、前記第2の生物処理槽での処理工程を2段以上の多段処理とし、該第2の生物処理槽において、pH5〜6の生物処理後にpH6以上の生物処理を行うことを特徴とする有機性排水の生物処理方法。
- [3] 請求項1において、前記第2の生物処理槽による処理方式が、生物処理槽の後段に固液分離手段を設け、固液分離された汚泥を該生物処理槽に返送する汚泥返送式生物処理方式、生物処理槽内に担体を添加した流動床式生物処理方式、又は膜分離式生物処理方式であることを特徴とする有機性排水の生物処理方法。
- [4] 請求項1において、前記第1の生物処理槽での処理を、生物処理槽内に担体を添加した流動床式生物処理方式、又は2段以上の多段処理方式により行うことを特徴とする有機性排水の生物処理方法。
- [5] 有機性排水中のBODを高負荷処理して分散菌体に変換する第1の生物処理槽と、
変換された分散菌体をフロック化すると共に微小生物を共存させる第2の生物処理槽とを有する有機性排水の生物処理方法において、
該第2の生物処理槽の汚泥及び／又は該第2の生物処理槽の汚泥を固液分離して得られた汚泥の少なくとも一部を好気条件で分解する余剰汚泥処理工程を有し、該余剰汚泥処理工程の処理汚泥を前記第1の生物処理槽及び／又は第2の生物処理槽に返送する有機性排水の生物処理方法であって、
該余剰汚泥処理工程をpH5〜6の条件下に行うことを特徴とする有機性排水の生物処理方法。
- [6] 請求項5において、該余剰汚泥処理工程の処理方式が、生物処理槽の後段に固

液分離手段を設けて固液分離された汚泥を該生物処理槽に返送する汚泥返送式生物処理方式、又は、生物処理槽内に担体を添加した流動床式生物処理方式であることを特徴とする有機性排水の生物処理方法。

- [7] 請求項5において、前記第2の生物処理槽の処理方式が、生物処理槽の後段に固液分離手段を設け、固液分離された汚泥を該生物処理槽に返送する汚泥返送式生物処理方式、生物処理槽内に担体を添加した流動床式生物処理方式、又は膜分離式生物処理方式であることを特徴とする有機性排水の生物処理方法。
- [8] 請求項5において、前記第1の生物処理槽の処理方式を、生物処理槽内に担体を添加した流動床式生物処理方式、又は2段以上の多段処理方式により行うことを特徴とする有機性排水の生物処理方法。
- [9] 有機性排水中のBODを高負荷処理して分散菌体に変換する第1の生物処理槽と、
変換された分散菌体をフロック化すると共に微小生物を共存させる第2の生物処理槽とを有する有機性排水の生物処理装置において、
該第2の生物処理槽での処理をpH5〜6の条件下に行うことを特徴とする有機性排水の生物処理装置。
- [10] 請求項1において、前記第2の生物処理槽での処理を2段以上の多段処理方式とし、該第2の生物処理槽において、pH5〜6の生物処理後にpH6以上の生物処理を行うことを特徴とする有機性排水の生物処理装置。
- [11] 請求項1において、前記第2の生物処理槽での処理が、生物処理槽の後段に固液分離手段を設け、固液分離された汚泥を該生物処理槽に返送する汚泥返送式生物処理方式、生物処理槽内に担体を添加した流動床式生物処理方式、又は膜分離式生物処理方式であることを特徴とする有機性排水の生物処理装置。
- [12] 請求項1において、前記第1の生物処理槽での処理方式が、生物処理槽内に担体を添加した流動床式生物処理方式、又は2段以上の多段処理方式であることを特徴とする有機性排水の生物処理装置。
- [13] 有機性排水中のBODを高負荷処理して分散菌体に変換する第1の生物処理槽と、

変換された分散菌体をフロック化すると共に微小生物を共存させる第2の生物処理槽とを有する有機性排水の生物処理装置において、

該第2の生物処理槽の汚泥及び／又は該第2の生物処理槽の汚泥を固液分離して得られた汚泥の少なくとも一部を好気条件で分解する余剰汚泥処理手段を有し、該余剰汚泥処理手段の処理汚泥を前記第1の生物処理槽及び／又は第2の生物処理槽に返送する有機性排水の生物処理装置であって、

該余剰汚泥処理手段をpH5〜6の条件下に行うことを特徴とする有機性排水の生物処理装置。

[14] 請求項13において、該余剰汚泥処理手段が、生物処理槽の後段に固液分離手段を設けて固液分離された汚泥を該生物処理槽に返送する汚泥返送式生物処理手段、又は、生物処理槽内に担体を添加した流動床式生物処理手段であることを特徴とする有機性排水の生物処理装置。

[15] 請求項5において、前記第2の生物処理槽の処理方式が、生物処理槽の後段に固液分離手段を設け、固液分離された汚泥を該生物処理槽に返送する汚泥返送式生物処理方式、生物処理槽内に担体を添加した流動床式生物処理方式、又は膜分離式生物処理方式であることを特徴とする有機性排水の生物処理装置。

[16] 請求項5において、前記第1の生物処理槽の処理方式が、生物処理槽内に担体を添加した流動床式生物処理方式、又は2段以上の多段処理方式であることを特徴とする有機性排水の生物処理装置。

[17] 有機性排水を第一生物処理槽に導入して非凝集性細菌により生物処理し、該第一生物処理工程からの非凝集性細菌を含む処理水を第二生物処理槽に導入して活性汚泥処理する生物処理方法において、

該第二生物処理槽の汚泥、又は該第二生物処理槽の汚泥を固液分離して得られた汚泥の少なくとも一部を嫌気処理工程に導入して嫌気処理し、該嫌気処理工程の処理物を前記第一生物処理槽及び／又は第二生物処理槽に返送することを特徴とする有機性排水の生物処理方法。

[18] 請求項17において、前記第二生物処理槽のpHを6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。

- [19] 請求項17において、前記第二生物処理槽の処理方式を2段以上の多段処理方式とし、pH6以下の生物処理後に、pH6以上の生物処理を行うことを特徴とする有機性排水の生物処理方法。
- [20] 請求項17において、前記嫌気処理工程の処理物を固液分離し、分離液を前記第一生物処理槽に返送すると共に、分離汚泥を前記第二生物処理槽に返送することを特徴とする有機性排水の生物処理方法。
- [21] 有機性排水を第一生物処理槽に導入して非凝集性細菌により生物処理し、該第一生物処理槽からの非凝集性細菌を含む処理水を第二生物処理槽に導入して活性汚泥処理する生物処理方法において、
該第二生物処理槽の汚泥、又は該第二生物処理槽の汚泥を固液分離して得られた汚泥の少なくとも一部を好気処理工程に導入して好気条件で酸化し、該好気処理工程の処理物の少なくとも一部を嫌気処理工程に導入して嫌気処理し、該嫌気処理工程の処理物を前記第一生物処理槽、第二生物処理槽及び好気処理工程よりなる群から選ばれる少なくとも1つに返送することを特徴とする有機性排水の生物処理方法。
- [22] 請求項21において、前記嫌気処理工程の処理物を固液分離し、分離液を前記第一生物処理槽に返送すると共に、分離汚泥を前記第二生物処理槽、嫌気処理工程及び好気処理工程よりなる群から選ばれる少なくとも1つに返送することを特徴とする有機性排水の生物処理方法。
- [23] 有機性排水を第一生物処理槽に導入して非凝集性細菌により生物処理し、該第一生物処理槽からの非凝集性細菌を含む処理水を第二生物処理槽に導入して活性汚泥処理する生物処理装置において、
該第二生物処理槽の汚泥、又は該第二生物処理槽の汚泥を固液分離して得られた汚泥の少なくとも一部を嫌気処理手段に導入して嫌気処理し、該嫌気処理手段の処理物を前記第一生物処理槽及び／又は第二生物処理槽に返送することを特徴とする有機性排水の生物処理装置。
- [24] 請求項23において、前記第二生物処理槽のpHを6以下とすることを特徴とする有機性排水の生物処理装置。

- [25] 請求項23において、前記第二生物処理槽の処理方式を2段以上の多段処理とし、pH6以下の生物処理後に、pH6以上の生物処理を行うことを特徴とする有機性排水の生物処理装置。
- [26] 請求項17において、前記嫌気処理手段の処理方式を固液分離し、分離液を前記第一生物処理槽に返送すると共に、分離汚泥を前記第二生物処理槽に返送することを特徴とする有機性排水の生物処理装置。
- [27] 有機性排水を第一生物処理槽に導入して非凝集性細菌により生物処理し、該第一生物処理槽からの非凝集性細菌を含む処理水を第二生物処理槽に導入して活性汚泥処理する生物処理装置において、
該第二生物処理槽の汚泥、又は該第二生物処理槽の汚泥を固液分離して得られた汚泥の少なくとも一部を好気処理手段に導入して好気条件で酸化し、該好気処理手段の処理物の少なくとも一部を嫌気処理手段に導入して嫌気処理し、該嫌気処理手段の処理物を前記第一生物処理槽、第二生物処理槽及び好気処理手段よりなる群から選ばれる少なくとも1つに返送することを特徴とする有機性排水の生物処理装置。
- [28] 請求項27において、前記嫌気処理手段の処理物を固液分離し、分離液を前記第一生物処理手段に返送すると共に、分離汚泥を前記第二生物処理槽、嫌気処理手段及び好気処理手段よりなる群から選ばれる少なくとも1つに返送することを特徴とする有機性排水の生物処理装置。
- [29] 有機性排水を第1生物処理槽に導入して細菌により生物処理し、該第1生物処理槽からの細菌を含む処理液を第2生物処理槽に導入して活性汚泥処理し、第2生物処理槽からの処理液を固液分離処理して汚泥と処理水とに分離し、この汚泥の一部を第2生物処理槽へ返送する生物処理方法において、
該第2生物処理槽内の汚泥の一部、及び／又は、前記固液分離処理後の汚泥の残部を第3生物処理槽に導入して好気処理した後、好気処理した汚泥の一部又は全部を脱水して固形分と水分とに分離し、固形分を余剰汚泥として引き抜き、水分を前記第1生物処理槽及び／又は第2生物処理槽に返送することを特徴とする有機性排水の生物処理方法。

- [30] 請求項29において、前記第3生物処理槽のpHを6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。
- [31] 請求項29において、前記第2生物処理槽及び第3生物処理槽のSRTを40日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。
- [32] 有機性排水を第1生物処理槽に導入して細菌により生物処理し、該第1生物処理槽からの細菌を含む処理液を第2生物処理槽に導入して活性汚泥処理し、第2生物処理槽からの処理液を固液分離処理して汚泥と処理水とに分離し、この汚泥の一部を第2生物処理槽へ返送する生物処理装置において、
該第2生物処理槽内の汚泥の一部、及び／又は、前記固液分離処理後の汚泥の残部を第3生物処理槽に導入して好気処理した後、好気処理した汚泥の一部又は全部を脱水して固形分と水分とに分離し、固形分を余剰汚泥として引き抜き、水分を前記第1生物処理槽及び／又は第2生物処理槽に返送することを特徴とする有機性排水の生物処理装置。
- [33] 請求項32において、前記第3生物処理槽のpHを6以下とすることを特徴とする有機性排水の生物処理装置。
- [34] 請求項32において、前記第2生物処理槽及び第3生物処理槽のSRTを40日以下とすることを特徴とする有機性排水の生物処理装置。
- [35] 有機性排水を第1生物処理槽に導入して細菌により生物処理し、該第1生物処理槽からの細菌を含む処理液を第2生物処理槽に導入して活性汚泥処理する生物処理方法において、
該第2生物処理槽の汚泥滞留時間を5日以上40日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。
- [36] 請求項35において、該第2生物処理槽内汚泥を固液分離して得られる汚泥を可溶化処理した後、該第2生物処理槽に返送することを特徴とする有機性排水の生物処理方法。
- [37] 有機性排水を第1生物処理槽に導入して細菌により生物処理し、該第1生物処理槽からの細菌を含む処理液を第2生物処理槽に導入して活性汚泥処理し、該第2生物処理槽内汚泥を固液分離して得られる汚泥を第3生物処理槽に導入して好気条

件で酸化処理し、該第3生物処理槽の処理物の一部又は全部を該第2生物処理槽に返送する生物処理方法であって、

該第2生物処理槽及び該第3生物処理槽の汚泥滞留時間を各々5日以上40日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。

- [38] 有機性排水を第1生物処理槽に導入して細菌により生物処理し、該第1生物処理槽からの細菌を含む処理液を第2生物処理槽に導入して活性汚泥処理する生物処理装置において、

該第2生物処理槽の汚泥滞留時間を5日以上40日以下とすることを特徴とする有機性排水の生物処理装置。

- [39] 請求項38において、該第2生物処理槽内汚泥を固液分離して得られる汚泥を可溶化処理した後、該第2生物処理槽に返送することを特徴とする有機性排水の生物処理装置。

- [40] 有機性排水を第1生物処理槽に導入して細菌により生物処理し、該第1生物処理槽からの細菌を含む処理液を第2生物処理槽に導入して活性汚泥処理し、該第2生物処理槽内汚泥を固液分離して得られる汚泥を第3生物処理槽に導入して好気条件で酸化処理し、該第3生物処理槽の処理物の一部又は全部を該第2生物処理槽に返送する生物処理装置であって、

該第2生物処理槽及び該第3生物処理槽の汚泥滞留時間を各々5日以上40日以下とすることを特徴とする有機性排水の生物処理装置。

- [41] 有機性排水中のBODを高負荷処理して菌体に変換する第1の生物処理槽と、変換された菌体を該菌体を捕食する微小動物と共存させる第2の生物処理槽とを有する有機性排水の生物処理方法において、

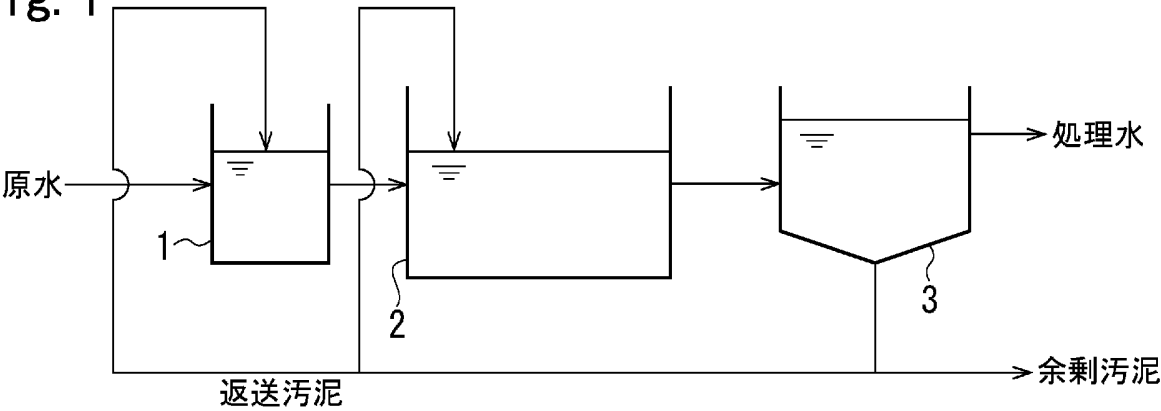
基準となる前記有機性排水中のBODの70%以上100%未満が菌体に変換されるに要する前記第1の生物処理槽における水理学的滞留時間(HRT)を求めて、この値を基準HRTとし、

前記第1の生物処理槽におけるHRTが該基準HRTの0.75〜1.5倍の範囲となるように、該第1の生物処理槽に導入される前記有機性排水に液体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。

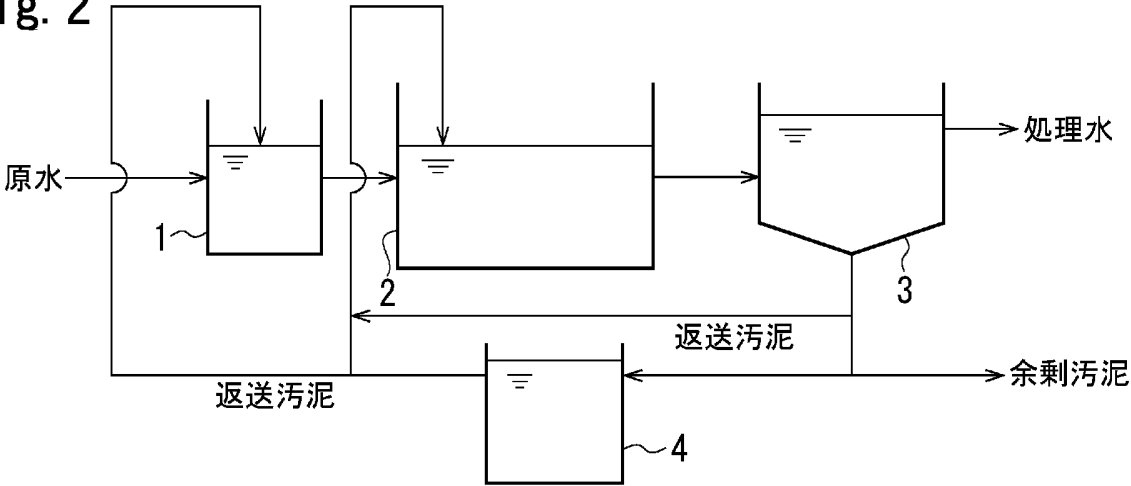
- [42] 請求項41において、前記液体が、前記第2の生物処理槽を経た処理水であることを特徴とする有機性排水の生物処理方法。
- [43] 請求項41において、前記第1の生物処理槽が、処理槽内に担体を添加した流動床式生物処理槽であることを特徴とする有機性排水の生物処理方法。
- [44] 有機性排水中のBODを高負荷処理して菌体に変換する第1の生物処理槽と、変換された菌体を該菌体を捕食する微小動物と共存させる第2の生物処理槽とを有する有機性排水の生物処理方法において、
基準となる前記有機性排水中のBODの70%以上100%未満が菌体に変換されるに要する前記第1の生物処理槽における水理学的滞留時間(HRT)を求めて、この値を基準HRTとし、
前記第1の生物処理槽におけるHRTが該基準HRTの0.75～1.5倍の範囲となるように、該第1の生物処理槽内の水量を変動させる手段を備えた有機性排水の生物処理方法。
- [45] 請求項44において、前記第1の生物処理槽が、処理槽内に担体を添加した流動床式生物処理槽であることを特徴とする有機性排水の生物処理方法。
- [46] 有機性排水中のBODを高負荷処理して菌体に変換する第1の生物処理槽と、変換された菌体を該菌体を捕食する微小動物と共存させる第2の生物処理槽とを有する有機性排水の生物処理装置において、
基準となる前記有機性排水中のBODの70%以上100%未満が菌体に変換されるに要する前記第1の生物処理槽における水理学的滞留時間(HRT)を求めて、この値を基準HRTとし、
前記第1の生物処理槽におけるHRTが該基準HRTの0.75～1.5倍の範囲となるように、該第1の生物処理槽に導入される前記有機性排水に液体を添加する手段を備えたことを特徴とする有機性排水の生物処理装置。
- [47] 請求項46において、前記液体が、前記第2の生物処理槽を経た処理水であることを特徴とする有機性排水の生物処理装置。
- [48] 請求項46において、前記第1の生物処理槽が、処理槽内に担体を添加した流動床式生物処理槽であることを特徴とする有機性排水の生物処理装置。

- [49] 有機性排水中のBODを高負荷処理して菌体に変換する第1の生物処理槽と、
変換された菌体を該菌体を捕食する微小動物と共存させる第2の生物処理槽とを
有する有機性排水の生物処理装置において、
基準となる前記有機性排水中のBODの70%以上100%未満が菌体に変換される
に要する前記第1の生物処理槽における水理学的滞留時間(HRT)を求めて、この
値を基準HRTとし、
前記第1の生物処理槽におけるHRTが該基準HRTの0.75〜1.5倍の範囲とな
るように、該第1の生物処理槽内の水量を変動させる手段を備えことを特徴とする有
機性排水の生物処理装置。
- [50] 請求項49において、前記第1の生物処理装置が、処理槽内に担体を添加した流
動床式生物処理槽であることを特徴とする有機性排水の生物処理装置。

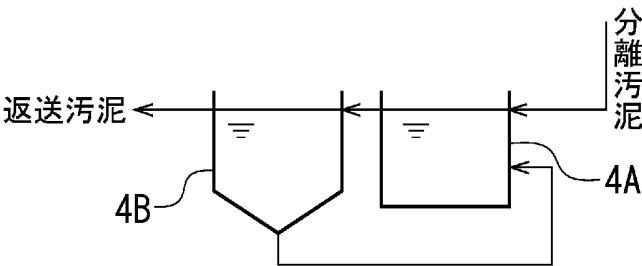
[図1]
Fig. 1



[図2]
Fig. 2



[図3]
Fig. 3



[図4]

Fig. 4a

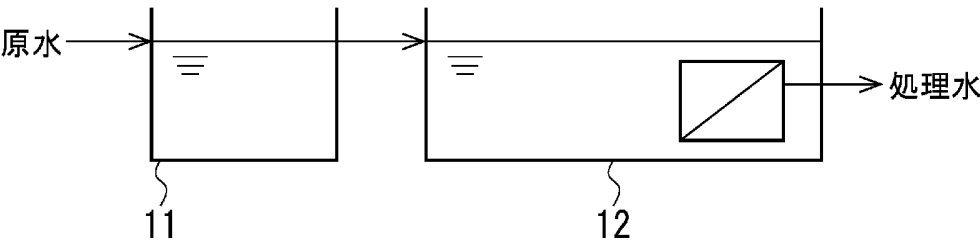
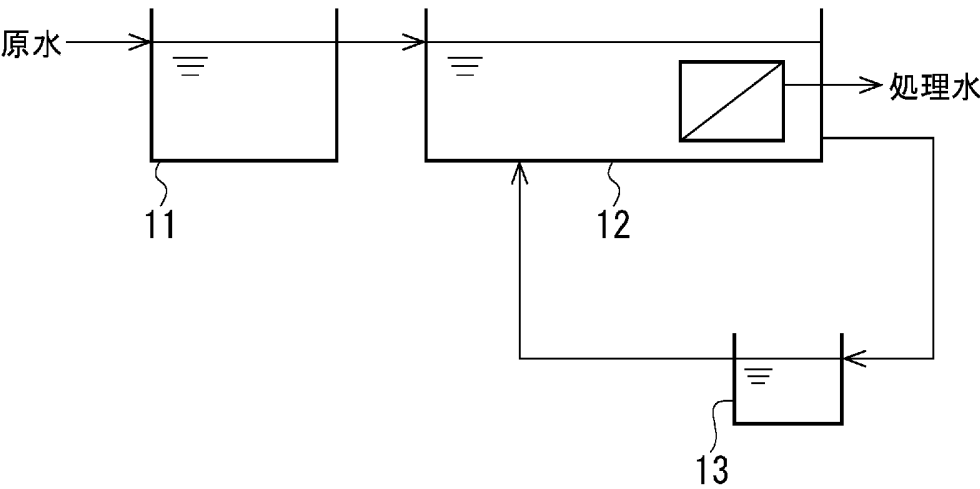
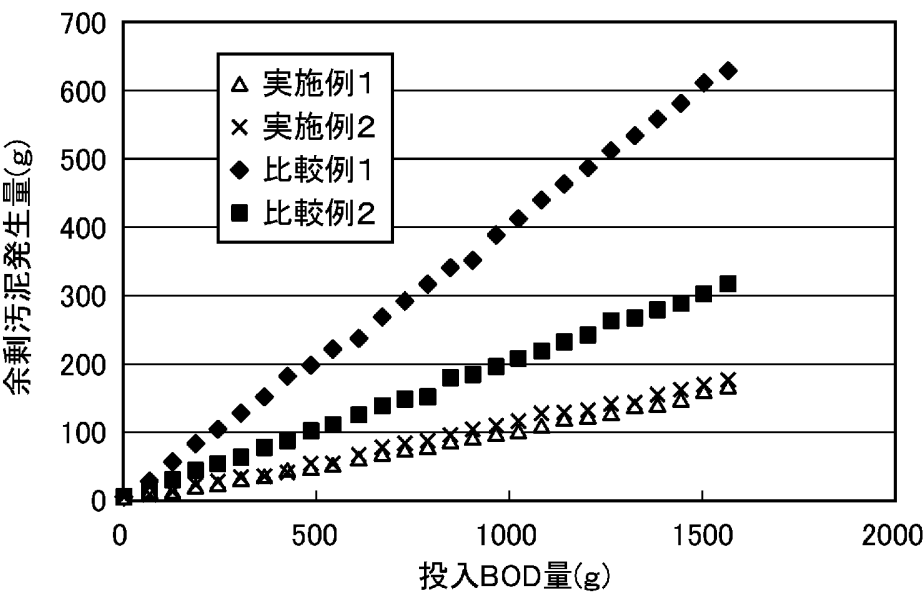


Fig. 4b



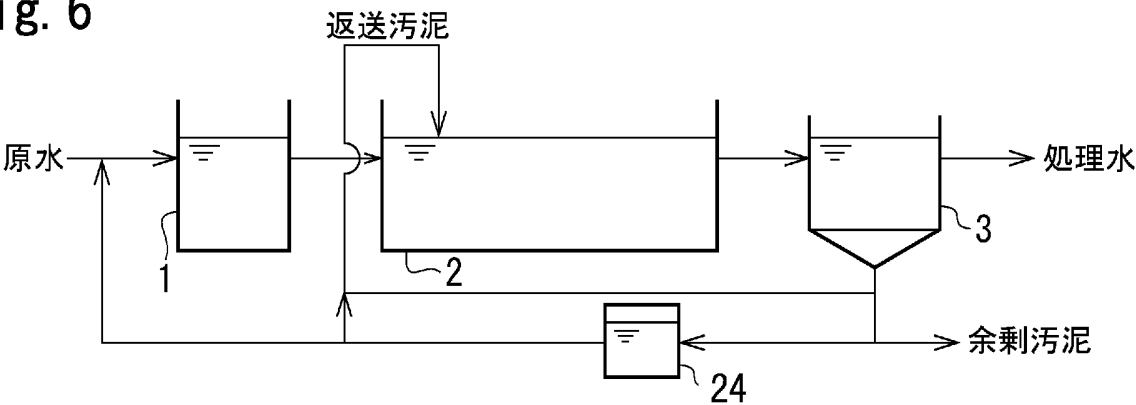
[図5]

Fig. 5



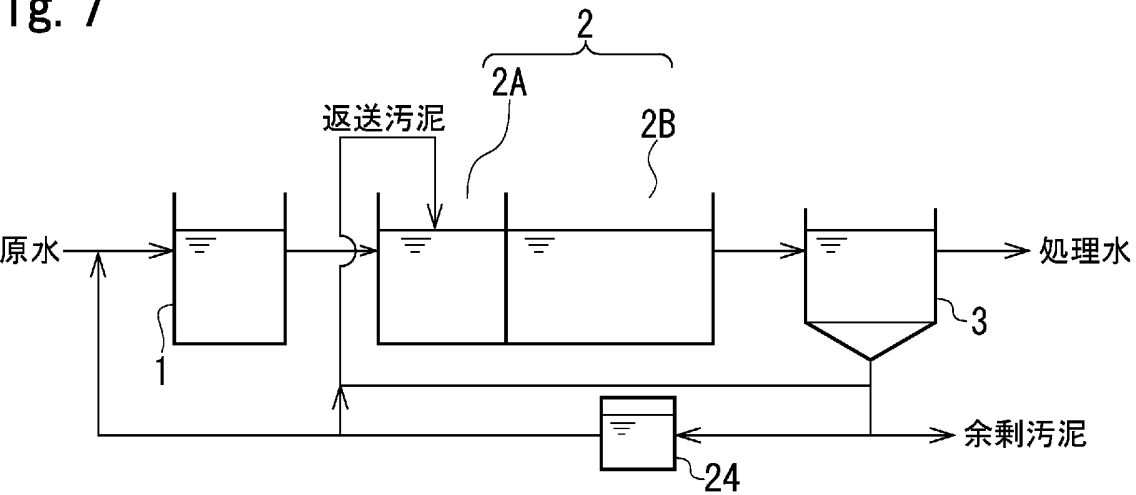
[図6]

Fig. 6



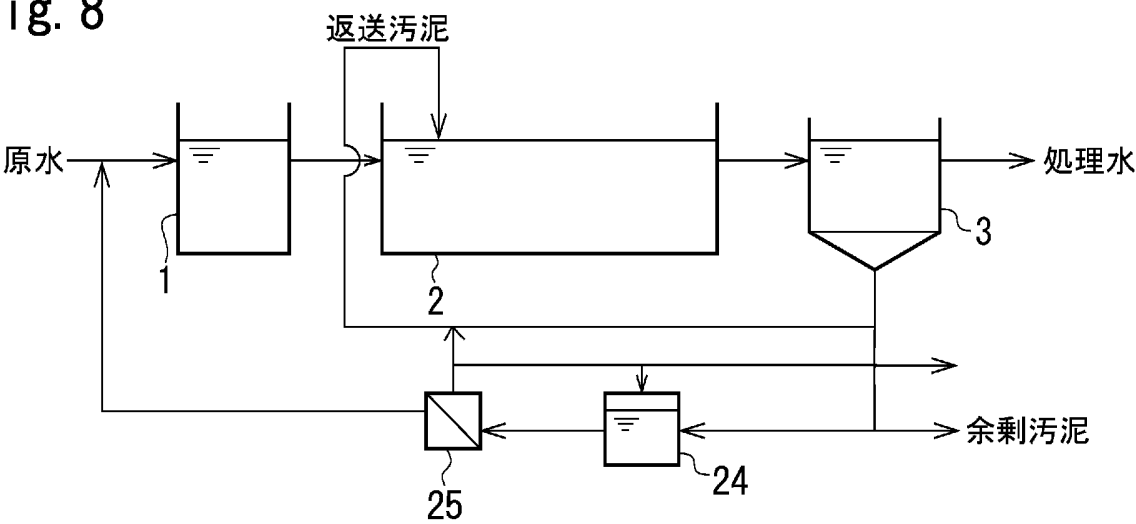
[図7]

Fig. 7



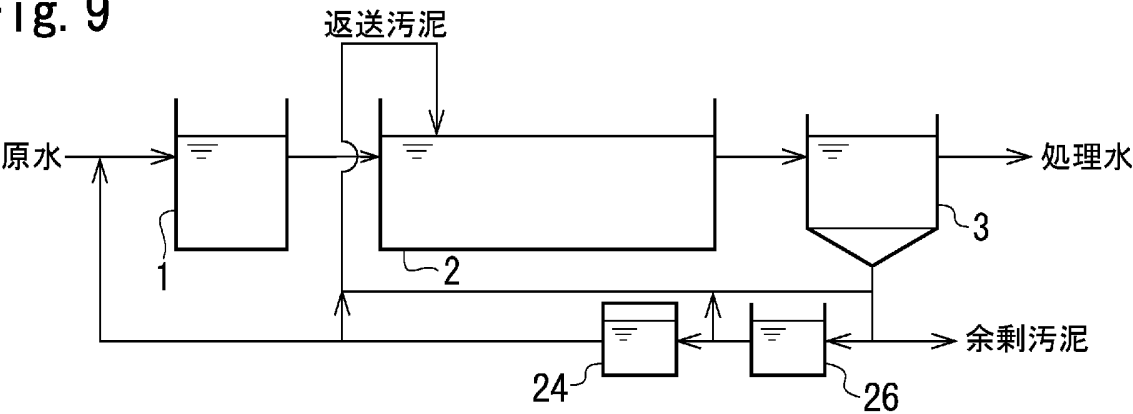
[図8]

Fig. 8



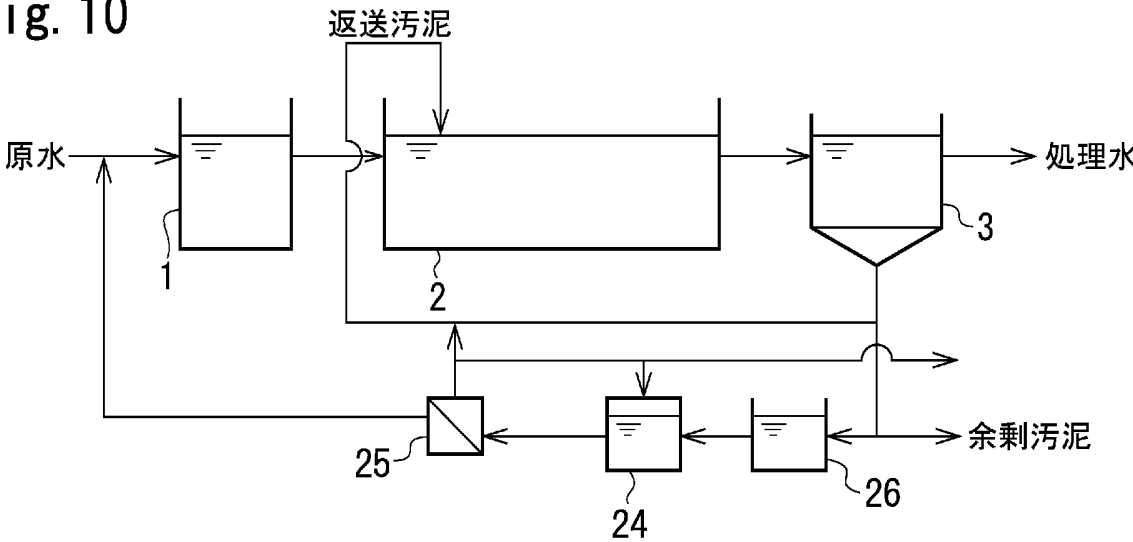
[図9]

Fig. 9



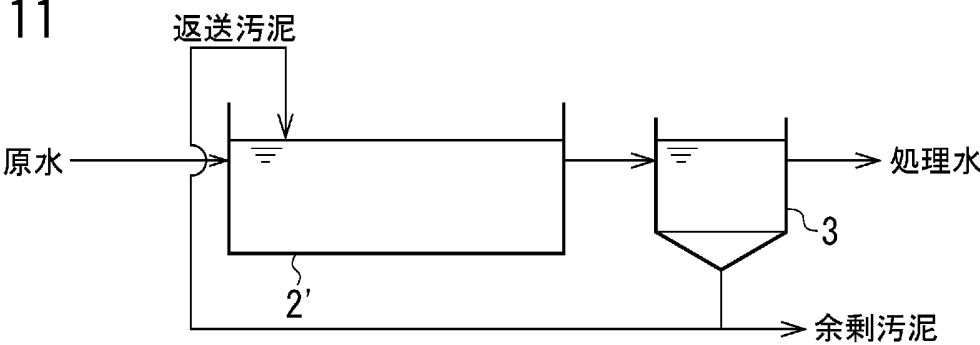
[図10]

Fig. 10

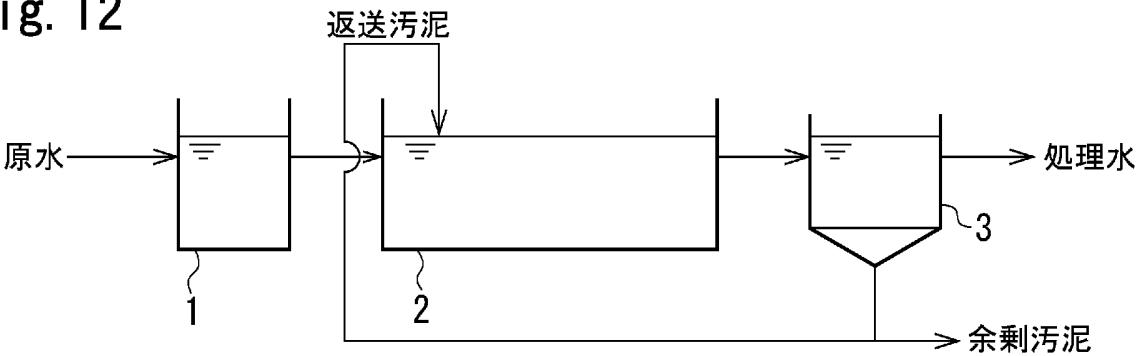


[図11]

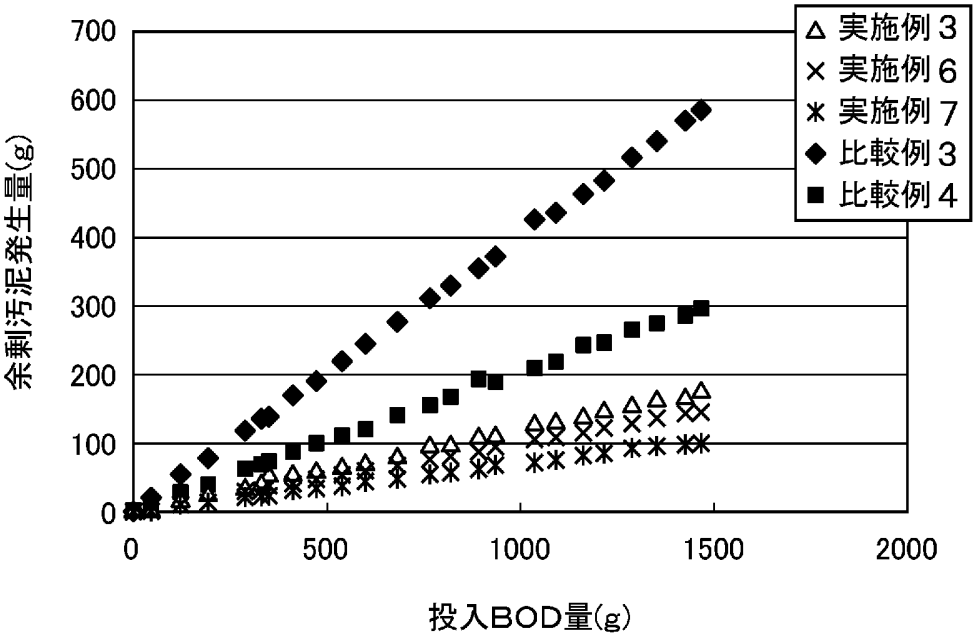
Fig. 11



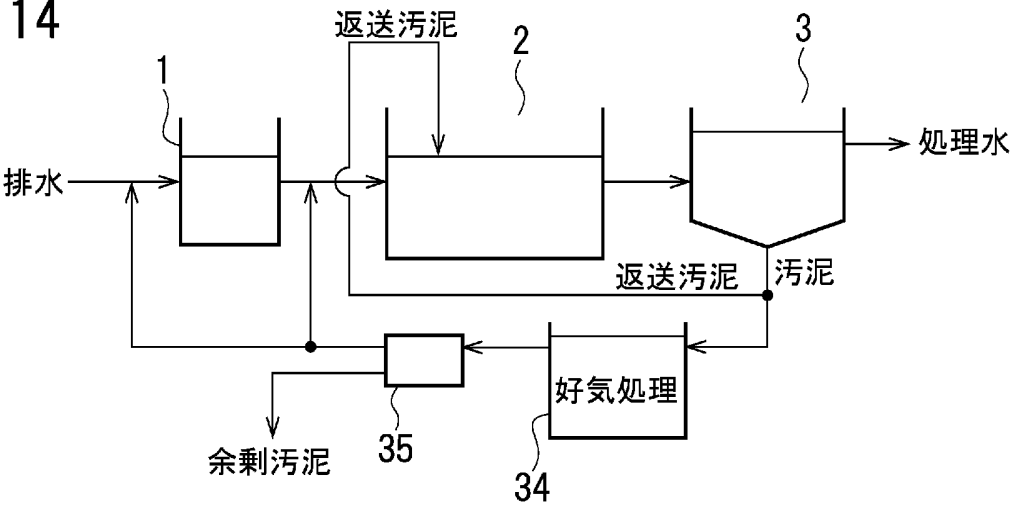
[図12]
Fig. 12



[図13]
Fig. 13

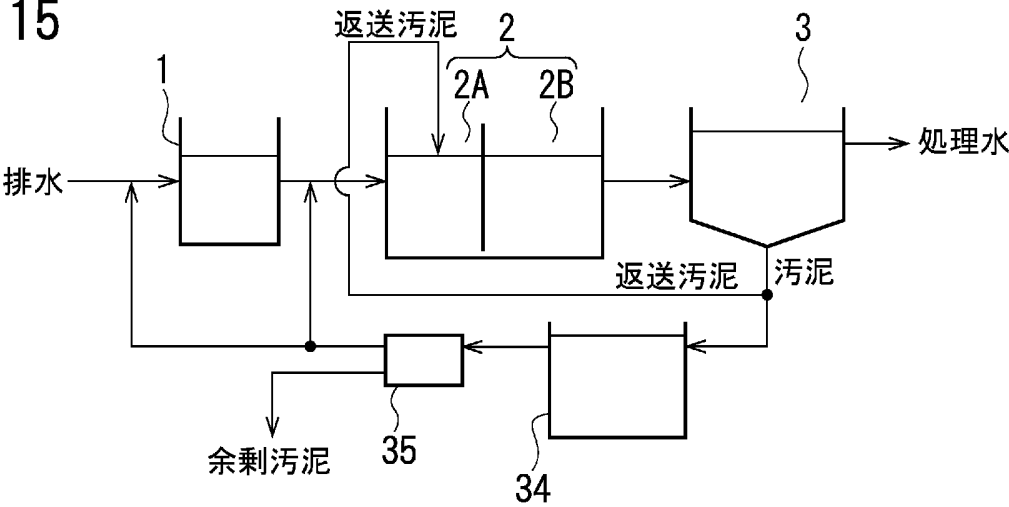


[图14]
Fig. 14



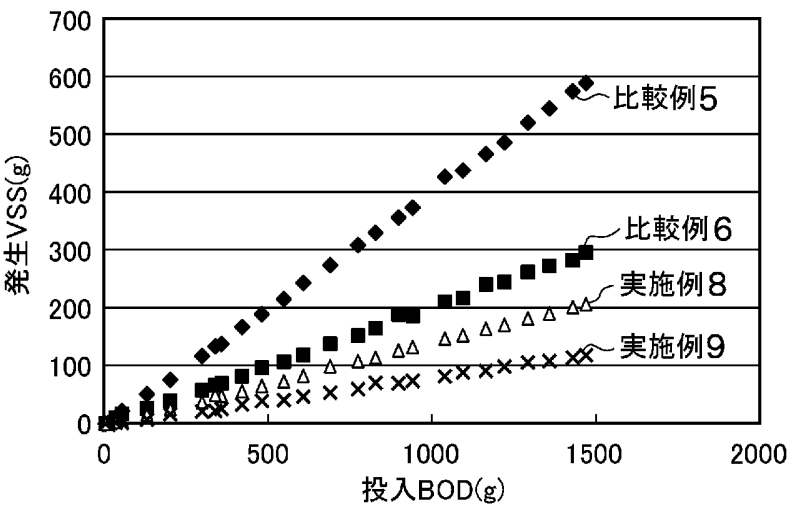
[図15]

Fig. 15



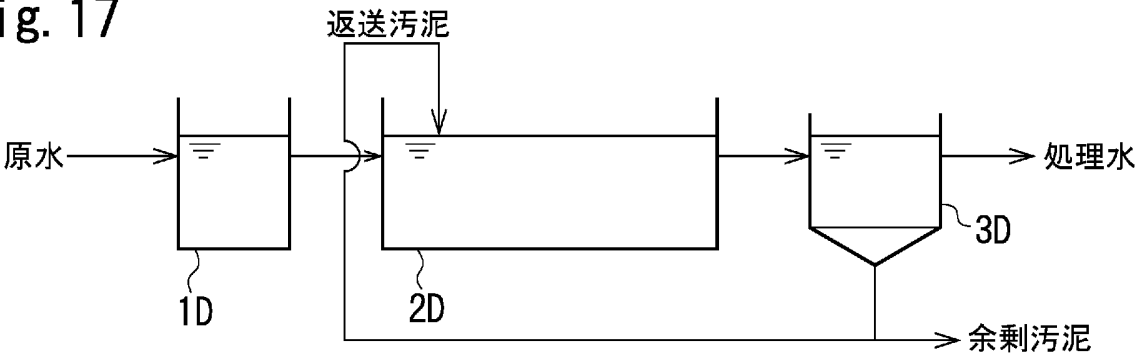
[図16]

Fig. 16



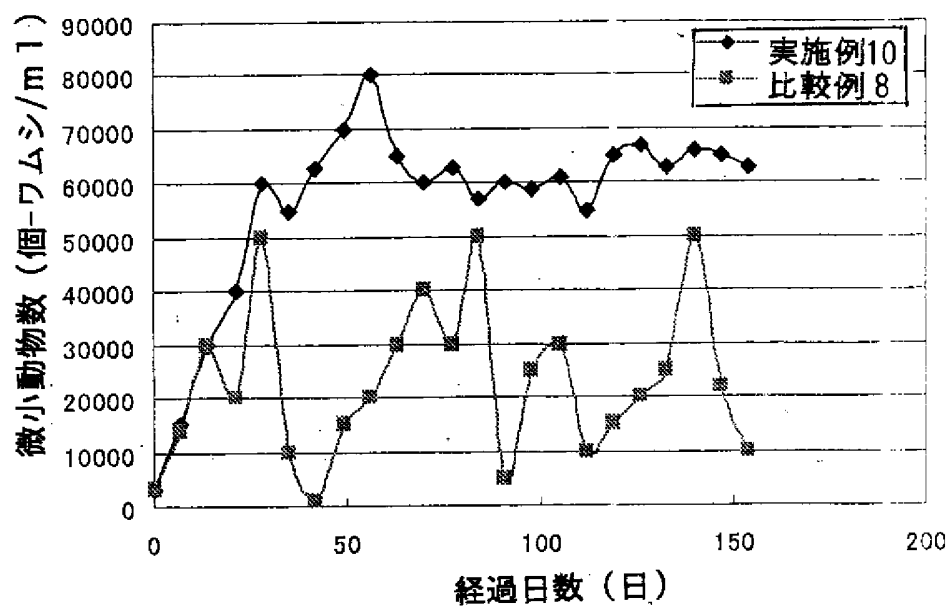
[図17]

Fig. 17



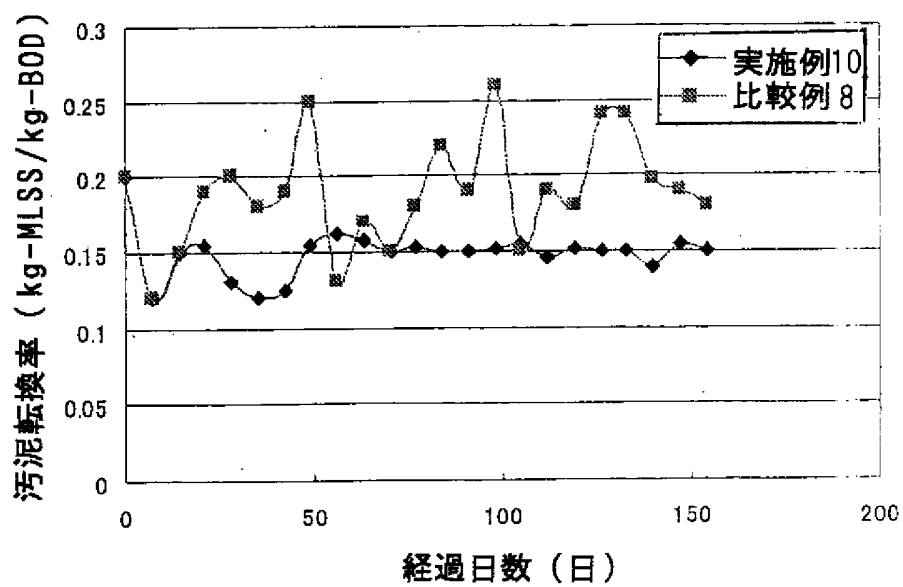
[図18]

Fig. 18



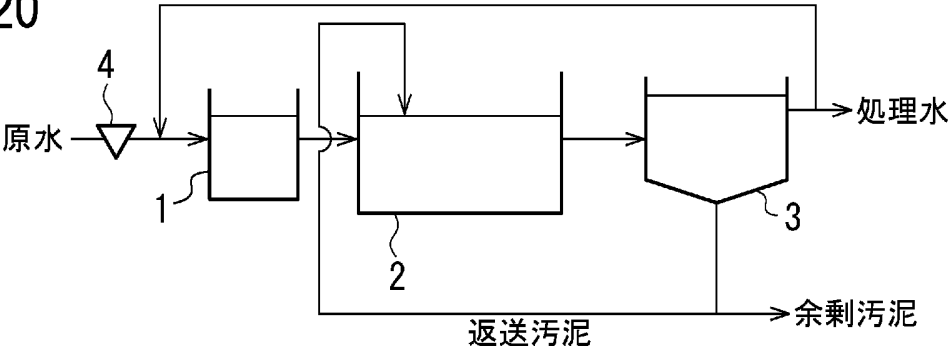
[図19]

Fig. 19



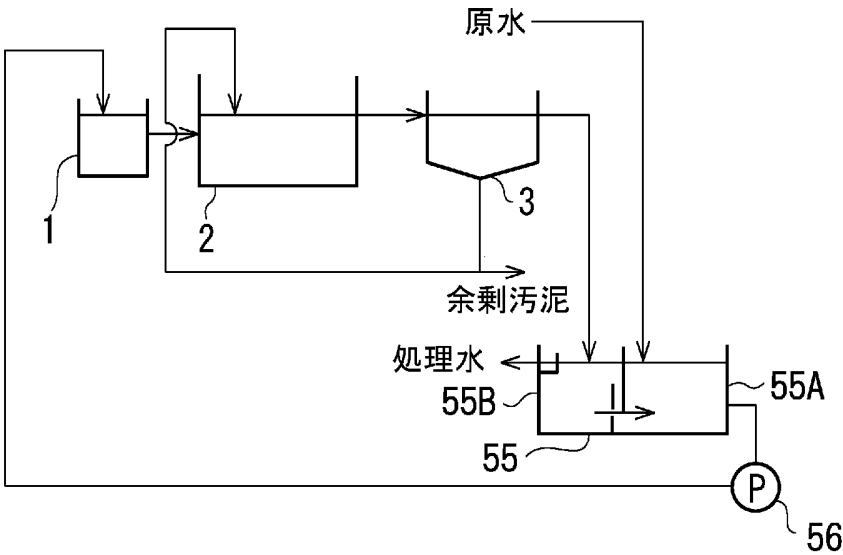
[図20]

Fig. 20



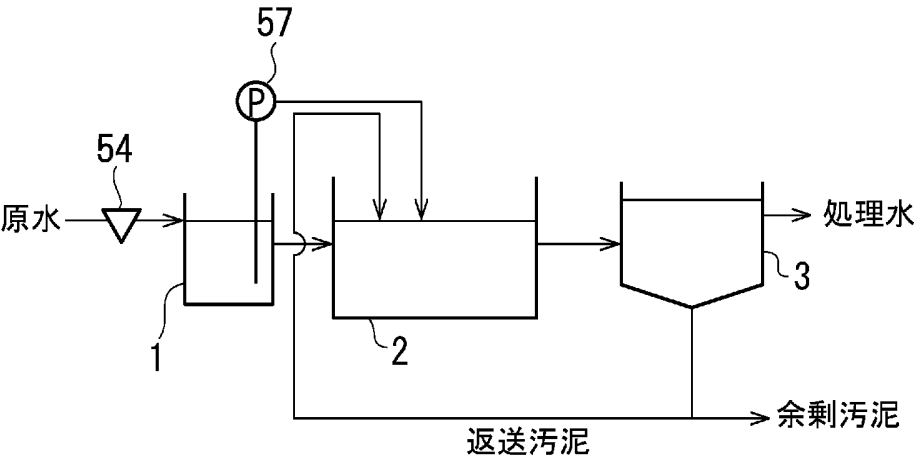
[図21]

Fig. 21



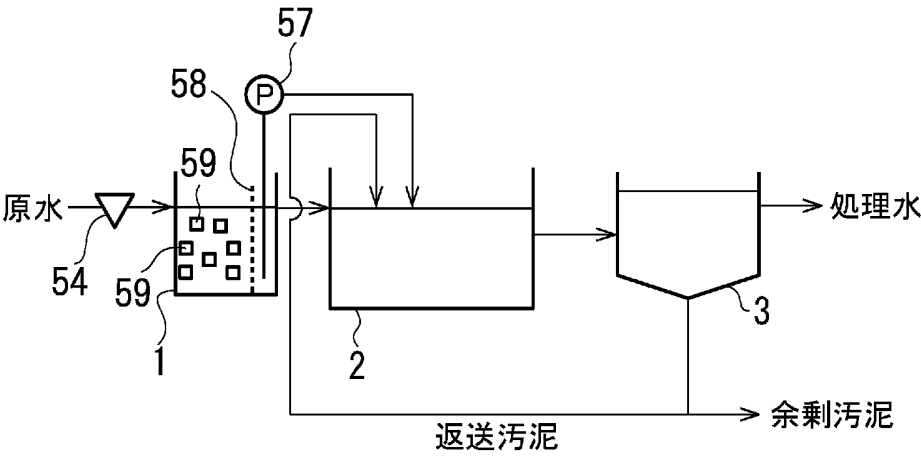
[図22]

Fig. 22



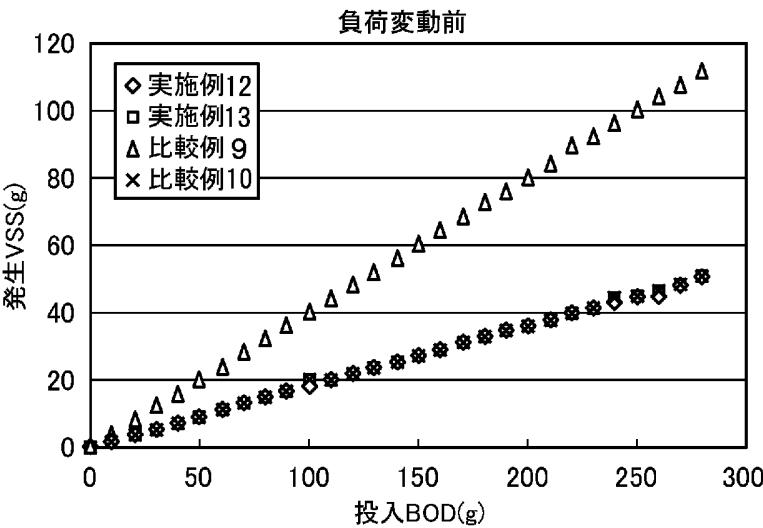
[図23]

Fig. 23



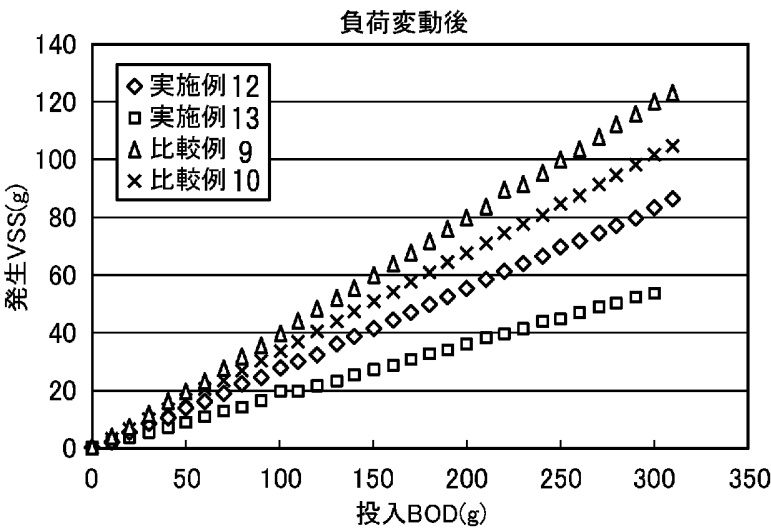
[図24]

Fig. 24



[図25]

Fig. 25



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/000891

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ C02F3/12, 1/44, 3/08, 11/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ C02F3/12, 1/44, 3/08, 11/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JICST FILE (JOIS)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 55-20649 A (Director General, Agency of Industrial Science and Technology), 14 February, 1980 (14.02.80), Claims (Family: none)	1-50
A	JP 63-93399 A (Shinnikka Environmental Engineering Co., Ltd.), 23 April, 1988 (23.04.88), Claims (Family: none)	1-50
A	JP 2000-210692 A (Director General, Agency of Industrial Science and Technology), 02 August, 2000 (02.08.00), Claims 1, 5 (Family: none)	1-50

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
28 April, 2005 (28.04.05)Date of mailing of the international search report
17 May, 2005 (17.05.05)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/000891

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-277087 A (Director General, Agency of Industrial Science and Technology), 12 October, 1999 (12.10.99), Claim 2; column 11, lines 6 to 26 (Family: none)	1-50
A	JP 11-47784 A (Director General, Agency of Industrial Science and Technology), 23 February, 1999 (23.02.99), Claim 2; column 10, lines 30 to 36 (Family: none)	1-50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/000891

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The inventions of claims 1-50 involve nine invention groups consisting of those of claims 1-4 and 9-12, claims 5-8 and 13-16, claims 17-20 and 23-26, claims 21, 22, 27 and 28, claims 29-34, claims 35, 36, 38 and 39, claims 37 and 40, claims 41-43 and 46-48 and claims 44, 45, 49 and 50. Since the matter common to these invention groups is publicly known as described in JP 55-20649 A (Director General, Agency of Industrial Science and Technology) 14 February, 1980 (14.02.80) claims, there exists no special technical feature common to the above invention groups.

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ C02F3/12, 1/44, 3/08, 11/02

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ C02F3/12, 1/44, 3/08, 11/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JICST ファイル (JOIS)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 55-20649 A (工業技術院長) 1980.02.14, 特 許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-50
A	J P 63-93399 A (株式会社 新日化環境エンジニアリン グ) 1988.04.23, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-50
A	J P 2000-210692 A (工業技術院長) 2000.08. 02, 請求項1, 5 (ファミリーなし)	1-50

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

28.04.2005

国際調査報告の発送日

17.5.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

富永 正史

4D

3231

電話番号 03-3581-1101 内線 3421

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 11-277087 A (工業技術院長) 1999.10.12, 請求項2、第11欄第6-26行 (ファミリーなし)	1-50
A	J P 11-47784 A (工業技術院長) 1999.02.23, 請求項2、第10欄第30-36行 (ファミリーなし)	1-50

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲_____は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求の範囲_____は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲_____は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-50に係る発明は、請求の範囲1-4、9-12、請求の範囲5-8、13-16、請求の範囲17-20、23-26、請求の範囲21、22、27、28、請求の範囲29-34、請求の範囲35、36、38、39、請求の範囲37、40、請求の範囲41-43、46-48、請求の範囲44、45、49、50からなる9つの発明群からなり、各発明群に共通する事項はJP 55-20649 A（工業技術院長）1980.02.14、特許請求の範囲に記載されているとおり公知であるから、上記各発明群に共通する特別な技術的特徴は存在しない。

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
☒ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。