(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2011 年 3 月 3 日(03.03.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/024905 A1

(51) 国際特許分類:
C02F 3/12 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2010/064500

(22) 国際出願日: 2010 年 8 月 26 日(26.08.2010)

(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 2009-197994 2009 年 8 月 28 日(28.08.2009) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 関西熱化学株式会社(KANSAI COKE AND CHEMICALS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6610976 兵庫県尼崎市潮江一丁目２番６号 Hyogo (JP). 株式会社神鋼環境ソリューション(KOBELCO ECO-SOLUTIONS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6510072 兵庫県神戸市中央区脇浜町１丁目４番７８号 Hyogo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 松岡 圭一(MATSUOKA, Keiichi) [JP/JP]; 〒6750137 兵庫県加古川市金沢町７番地 関西熱化学株式会社加古川工場内 Hyogo (JP). 犬飼 正法(INUKAI, Masanori) [JP/JP]; 〒6750137 兵庫県加古川市金沢町７番地 関西熱化学株式会社加古川工場内 Hyogo (JP). 稲益 裕修(INAMASU, Hironobu) [JP/JP]; 〒6750137 兵庫県加古川市金沢町７番地 関西熱化学株式会社加古川工場内 Hyogo (JP). 山下 哲生(YAMASHITA, Tetsuo) [JP/JP]; 〒6512241 兵庫県神戸市西区室谷１丁目１番４号 株式会社神鋼環境ソリューション 技術研究所内 Hyogo (JP). 赤司 昭(AKASHI, Akira) [JP/JP]; 〒6512241 兵庫県神戸市西区室谷１丁目１番４号 株式会社神鋼環境ソリューション 技術研究所内 Hyogo (JP).

(74) 代理人: 藤本 昇(FUJIMOTO, Noboru); 〒5420081 大阪府大阪市中央区南船場１丁目１５番１４号 堺筋稲畑ビル２階 Osaka (JP).

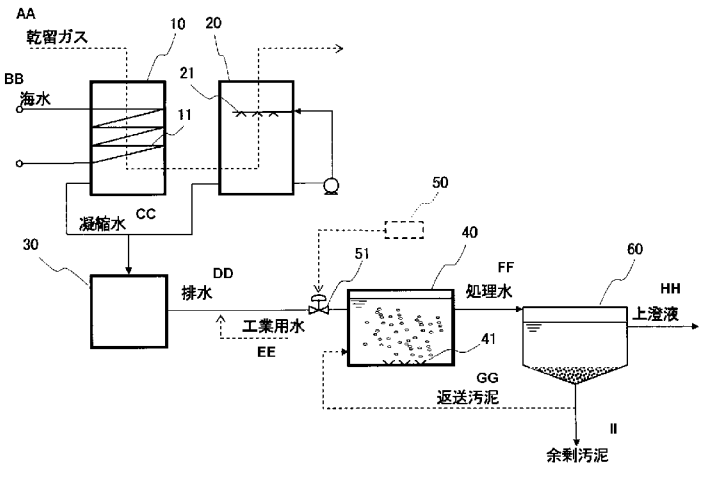
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST,

[続葉有]

(54) **Title**: BIOTREATMENT METHOD

(54) 発明の名称 : 生物処理方法

[図1]



(57) **Abstract**: Provided is a biotreatment method for biotreatment of water that contains phenol, thiocyanogen, or the like. The provided method improves the quality of treated water while minimizing losses in treatment efficiency. The provided method, which treats water containing COD components including phenol and/or thiocyanogen, introduces said water into a biotreatment tank containing a sludge that contains bacteria capable of breaking down the aforementioned COD components, thus biologically treating said COD components by means of said bacteria. The provided method is characterized by a step that measures the total number of bacteria in the aforementioned sludge before the water to be treated is introduced into the biotreatment tank, thereby making it possible to keep the COD component load on each bacterium per unit time within a prescribed range.

(57) 要約: 本発明は、フェノールやチオシアンなどを含む被処理水を生物処理する生物処理方法において、処理効率の低下を抑制しつつ処理水の水質を向上させることを課題としている。本発明は、その課題解決手段として、ＣＯＤ成分を含み、しかも、前記ＣＯＤ成分としてフェノール又はチオシアンの少なくとも一方が含有されている被処理水を、前記ＣＯＤ成分を分解可能な細菌を含んだ汚泥を収容している生物処理槽に導入して、前記ＣＯＤ成分を前記細菌によって生物学的に処理する生物処理方法であって、単位時間に前記細菌１個あたりに負荷される前記ＣＯＤ成分の量を所定範囲内に調整し得るように、前記生物処理槽への前記被処理水の導入に先立って前記汚泥に含まれている全細菌数を測定する工程を実施することを特徴とする生物処理方法を提供する。

WO 2011/024905 A1

SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(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, LR, 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 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, 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（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 生物処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、生物処理方法に関し、より詳しくは、ＣＯＤ成分を含む被処理水を細菌によって生物学的に処理する生物処理方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、石炭を乾留してコークスを作製する際に石炭から排出されるガスにはアンモニア成分が多く含まれており、このコークス製造設備からの排ガスを冷却した場合に形成される凝縮水や、前記排ガスをスクラバーなどで処理した後のスクラバー排水には、アンモニア成分が多く含まれている。

このような排水にはアンモニア成分以外に、通常、前記排ガスに含まれているフェノールやチオシアンなどの種々のＣＯＤ成分が含まれている。

このことから、前記排水の処理方法として、従来、硝化細菌などを含んだ汚泥を用いた生物学的な処理方法が採用されている（下記特許文献１参照）。

[0003] ところで、従来の生物処理方法においては、例えば、汚泥を浮遊汚泥の状態で収容させた生物処理槽に処理対象物質を含有する被処理水を流入させ、生物処理によって処理対象物質の濃度が低減された槽内水を前記被処理水の流入によって生物処理槽から溢流させて処理水として流下させることが広く行われている。

この従来の生物処理方法においては、槽内水の固形分濃度（ＭＬＳＳ）を測定し、その固形分濃度に対して生物処理槽に流入させる処理対象物質の量を調整することによって処理水の水質を一定以上のレベルに維持させることが行われている。

より詳しくは、単位時間当たりに生物処理槽に導入させる処理対象物質を、単位固形分あたりに一定量となるように被処理水の流入量を調整することが行われている。

[0004] しかし、フェノールやチオシアンなどを含む被処理水においては、上記のような調整を行っても処理水の水質を安定させることが難しく予想外に多くのＣＯＤ成分を処理水に残留させるおそれを有している。

このことに対し、ＣＯＤ成分の除去率が最も低くなる場合でも求める水質の処理水が得られるように、生物処理槽に導入するＣＯＤ成分の量を制限することが考えられる。

しかし、その場合には、必要以上にＣＯＤ成分の導入量が制限されることになるため、処理効率の観点からは好ましいことではない。

すなわち、フェノール又はチオシアンの少なくとも一方が含有されている被処理水を生物学的に処理する生物処理方法においては、処理効率の低下を抑制しつつ処理水の水質を向上させることが困難であるという問題を有している。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：日本国特開２００９－１４２７８７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本発明は、フェノールやチオシアンなどを含む被処理水を生物処理する生物処理方法において、処理効率の低下を抑制しつつ処理水の水質を向上させることを課題としている。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決すべく本発明者らが鋭意検討を行った結果、フェノールやチオシアンは、細菌に対する活性を低下させやすいことから、これらを含む被処理水を生物処理する場合においては、単に固形分濃度などに着目しただけでは生物処理槽の処理能力を把握することが困難であることを見出した。

また、生物処理槽の処理能力を把握する指標を新たに検討した結果、生物処理槽において単位時間に分解（酸化）されるＣＯＤ成分の量と、汚泥中の

全細菌の数との間に相関性を見出した。

そして、この全細菌の数を指標とし、細菌数１個あたりに単位時間に負荷されるＣＯＤ成分の量を所定レベルに維持させることで、ＣＯＤ成分の除去（分解）率を高いレベルで維持させうることを見出して本発明を完成させるに至った。

[0008] すなわち、上記課題を解決するための生物処理方法にかかる本発明は、ＣＯＤ成分を含み、しかも、前記ＣＯＤ成分としてフェノール又はチオシアンの少なくとも一方が含有されている被処理水を、前記ＣＯＤ成分を分解可能な細菌を含んだ汚泥を収容している生物処理槽に導入して、前記ＣＯＤ成分を前記細菌によって生物学的に処理する生物処理方法であって、単位時間に前記細菌１個あたりに負荷される前記ＣＯＤ成分の量を所定範囲内に調整し得るように、前記生物処理槽への前記被処理水の導入に先立って前記汚泥に含まれている全細菌数を測定する工程を実施することを特徴としている。

[0009] なお、この“全細菌の数”については、生物処理に実質的に関与することがない細菌までをもその数に含めることを意図しているものではなく、“生物処理に関係する全細菌の数”を意図しているものである。

なお、“生物処理に関係する全細菌の数”は、具体的には、本明細書の実施例に記載の方法に基づいて測定することができる。

発明の効果

[0010] 本発明においては、ＣＯＤ成分を分解可能な細菌を含んだ汚泥を生物処理槽に収容させ、該生物処理槽にＣＯＤ成分を含む被処理水を導入して前記細菌による生物処理が実施される。

しかも、被処理水の導入に先立って、生物処理槽の汚泥に含まれている全細菌の数を測定する工程を実施する。

したがって、前記測定によって求められた細菌数に基づいて生物処理槽に導入するＣＯＤ成分の量を調整することができ、単位時間に前記細菌１個あたりに負荷させるＣＯＤ成分の量を調整することができる。

すなわち、単位時間に前記細菌１個あたりに負荷されるＣＯＤ成分の量を

所定範囲内に調整することで、ＣＯＤ成分の除去効率を高い状態に維持させつつ生物処理を実施させることができ、処理効率の低下を抑制しつつ処理水の水質を向上させ得る。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本実施形態の生物処理方法に用いられる装置の構成を示す概略構成図。

[図2]実施例において各曝気槽に１日間に導入されたＣＯＤ成分量の推移を示すグラフ。

[図3]各曝気槽に１日間に導入されたアンモニア性窒素の量の推移を示すグラフ。

[図4]各曝気槽に１日間に導入されたフェノールの量の推移を示すグラフ。

[図5]各曝気槽に１日間に導入されたチオシアンの量の推移を示すグラフ。

[図6]各曝気槽における全細菌数の推移を示すグラフ。

[図7]各曝気槽におけるアンモニア酸化細菌（ＡＯＢ）数の推移を示すグラフ。

[図8]各曝気槽における亜硝酸酸化細菌（ＮＯＢ）数の推移を示すグラフ。

[図9]各曝気槽におけるフェノール分解細菌数の推移を示すグラフ。

[図10]各曝気槽におけるチオシアン分解細菌数の推移を示すグラフ。

[図11]一日あたりに１細菌に処理させるＣＯＤ成分の量と処理水質の関係（左図）、及び、ＭＬＳＳあたりに処理させるＣＯＤ成分の量と処理水質の関係（右図）を示すグラフ。

[図12]各曝気槽の亜硝酸酸化細菌（ＮＯＢ）数と処理水のＣＯＤ濃度との関係を示すグラフ。

発明を実施するための形態

[0012] 以下に、図面を参照しつつ本発明の第一の実施形態について説明する。

図１は、本実施形態の生物処理方法に関して用いられる装置の構成を示すものであり、符号１０、２０は、石炭を乾留して発生したガスを冷却するための間接冷却機と直接冷却機とをそれぞれ示しており、符号３０は、タールデカンターを示すものである。

そして、本実施形態における生物処理方法として、このタールデカンター３０から流下する排水を好気的に生物処理する生物処理槽４０（以下「曝気槽４０」ともいう）で処理する場合を例に説明する。

[0013] まず、生物処理に供する被処理水について説明する。

石炭が乾留されることで発生した乾留ガスは、間接冷却機１０の内部に設置された冷却チューブ１１において熱交換されて冷却される。

このとき、前記冷却チューブ１１には海水等が流通されるため前記乾留ガスは、大きく温度が低下されて凝縮水を発生させることとなる。

この凝縮水には、タール分やアンモニア成分とともにフェノール、チオシアンなどが含有されている。

[0014] 前記乾留ガスに含まれている有機成分等は、間接冷却機１０での冷却時において発生した凝縮水に吸収されて除去される。

直接冷却機２０では、噴霧が実施され、該噴霧によって発生した凝縮水、ならびに、間接冷却機１０で発生した凝縮水はタールデカンター３０に収容されて、タール分と排水とに分離され、該排水が本実施形態の生物処理方法によって処理されることとなる。

[0015] 本実施形態の生物処理方法においては、ＣＯＤ成分などの濃度が生物処理に適した濃度となるように前記排水を必要に応じて工業用水などで希釈して被処理水とする。

すなわち、本実施形態においては、希釈前または希釈後に含まれるフェノールやチオシアン、アンモニア性窒素などの量が生物処理に適した状態となるように前記被処理水を調整して生物処理を実施する。

[0016] 本実施形態の生物処理方法においては、前記被処理水が、前記曝気槽４０に送られて硝化処理が実施されるとともに前記フェノールや前記チオシアンといったＣＯＤ成分の分解（酸化）が実施される。

すなわち、曝気槽４０には、アンモニア酸化細菌、亜硝酸酸化細菌、フェノール分解細菌、チオシアン分解細菌などを含んだ汚泥が収容されており、本実施形態においては、これらの細菌によってアンモニア成分の硝化や、フ

ェノールやチオシアンの分解といった生物学的な処理を実施する。

[0017] このとき、流量制御装置５０と協働する調整弁５１によって曝気槽４０に流入させる前記被処理水の流入量を調整し、曝気槽４０に流入させるＣＯＤ成分の量を調整する。

この流量制御装置５０による制御は、予め前記曝気槽４０について実施した全細菌の菌数測定に基づいて設定されたプログラムによって実施させることが重要である。

[0018] 具体的には、曝気槽４０に収容されている汚泥に含まれる全細菌の数をｎ（ｃｏｐｉｅｓ）とし被処理水におけるＣＯＤ成分の濃度をＸ（ｍｇ／リットル）とした場合に、単位時間あたりの被処理水の流量Ｖ（リットル／日）を所定の範囲とすることで単位時間あたりに、曝気槽４０における細菌１個あたりに負荷するＣＯＤ成分の量（ＣＯＤ成分負荷：Ｘ×Ｖ／ｎ）の値を調整することが重要である。

[0019] なお、この曝気槽４０から流下される処理水は、例えば、そのＣＯＤ成分の濃度が１００（ｍｇ／リットル）以下となる程度に低減されていれば、コークス製造設備や製鉄プラントなどにおける種々の用途に利用が可能となる。

また、河川などへの放流を行うことを想定した場合であっても、上記のようなＣＯＤ成分濃度となっていれば、さらにＣＯＤ成分の低減を図るために、大掛かりな処理を必要としない。

このような点において、曝気槽４０から流下させる処理水のＣＯＤ成分の濃度は、８０（ｍｇ／リットル）以下であることがより好ましく、６０（ｍｇ／リットル）以下であることが特に好ましい。

[0020] そして、曝気槽４０から流下される処理水を上記のようなＣＯＤ濃度とするには、曝気槽４０の形状や曝気条件などにもよるが、通常、前記流量（Ｖ）を調整して、曝気槽４０に流入されるＣＯＤ成分が１００（ｐｇ／ｃｏｐｉｅｓ／日）以下となるようにすればよい。

また、過度に流量を制限すると処理効率を低下させることになるため、曝

気槽４０に流入されるＣＯＤ成分が１０（ｐｇ／ｃｏｐｉｅｓ／日）以上となるように流量（Ｖ）を調整することが好ましい。

[0021] なお、全細菌の測定は、必ずしも頻繁に行う必要はないが、全細菌の測定を長期間実施しない場合には、指標としている全細菌数が、曝気槽４０内の実際の全細菌数と乖離してしまって処理水の水質を予想外に悪化させるおそれを有する。

このような観点から、全細菌数を測定する工程は、概ね２週間に１回以上の頻度、好ましくは１週間に１回以上の頻度で実施することが好ましい。

なお、従来の生物処理方法においては、全細菌を測定することが行われておらず、全細菌を指標としたＣＯＤ成分の負荷の調整は、全く着目がなされていなかったものである。

[0022] 前記曝気槽４０から流下される処理水は、沈殿槽６０に導入して沈殿分離を実施し、上澄み液を次段の処理などに向けて流下させるとともに沈殿させた汚泥を引き抜き汚泥として槽底から排出させる。

この排出させた引き抜き汚泥は、例えば、その一部を返送汚泥として曝気槽４０に返送し、残りを余剰汚泥として処理することができる。

[0023] なお、この汚泥の返送によって、曝気槽４０に収容される汚泥の量を変化させることができる。

したがって、この返送汚泥の調整によって曝気槽４０の全細菌数を変化させることが可能である。

すなわち、調整弁５１によるＣＯＤ成分導入量の調整に代えて、返送汚泥量の調整によって曝気槽４０において単位時間に細菌１個当たりに負荷されるＣＯＤ成分量（ＣＯＤ成分負荷）を調整することが可能である。

さらに、この返送汚泥に限らず、生物製剤などの添加によって曝気槽４０の全細菌数を調整することも可能である。

[0024] この曝気槽４０における全細菌数の調整と、前記調整弁５１などによる曝気槽４０へのＣＯＤ成分の導入量の調整とは、それぞれ単独で実施することも可能であり、両方を同時に実施して曝気槽４０におけるＣＯＤ成分負荷を

調整させることも可能である。

[0025] 従来の生物処理方法であれば、このアンモニア、フェノールやチオシアンといったものが含有されている被処理水であっても、他の生物処理と同様に生物処理槽内の固形分濃度に基づいて、単位時間あたりに生物処理槽に導入させる被処理水の量を、固形分の単位質量あたりのＣＯＤ成分負荷を一定させるように調整させていた。

しかし、汚泥は水質浄化に関与する細菌以外に無機物質や細菌以外の有機物などから構成されるために固形分濃度が的確にＣＯＤ成分の分解能力を表しているとは言い難い。

[0026] また、汚泥は機能の異なった（すなわち、処理対象の異なった）種々の細菌から構成され、これらの細菌の構成比率は被処理水の組成の変化や固形物滞留時間（ＳＲＴ）などによって変動する。

したがって、ある特定の物質（例えば、アンモニアやフェノールなど）の負荷管理を種々の細菌ならびに無機物質などとの混合塊である固形分の濃度で行うことは精度の面で非常に劣るといわざるを得ない。

そして、そのような場合には、予想外にＣＯＤ成分を処理水中に残存させてしまうおそれを有する。

一方で、本実施形態に係る生物処理方法においては、汚泥に含まれている全細菌の数を測定し、細菌１個あたりに負荷させるＣＯＤ成分の量を所定範囲内にすべく、この細菌数に基づいて生物処理槽に導入させる被処理水の量、又は、返送汚泥の量が調整される。

[0027] すなわち、本実施形態に係る生物処理方法においては、生物処理槽への前記被処理水の導入に先立って前記汚泥に含まれている全細菌数を測定する工程と、該工程によって求められた全細菌数に基づいて、単位時間に前記細菌１個あたりに負荷される前記ＣＯＤ成分の量を所定範囲内に調整する工程とが実施される。

そして、ＣＯＤ成分の量を所定範囲内に調整する工程を、生物処理槽に導入させる被処理水の量を調整する工程か、生物処理槽の汚泥の量を調整する

工程かの少なくとも一方の工程によって実施されている。

[0028] したがって、全細菌の数を予め測定することで、生物処理槽におけるＣＯＤ成分の分解量が予測でき、必要以上に被処理水の処理量を減少させることなく処理水に求められる水質を一定以上に確保することができる。

[0029] なお、本実施形態においては、フェノールとチオシアンとが両方とも多く含有されており、処理水のＣＯＤ成分残存量を予測することが特に困難であり、本発明の効果をより顕著に発揮させ得る点において、石炭からコークスが作製される際に排出される排ガスが冷却されて発生される凝縮水を曝気槽で処理する場合を例示しているが、このような場合に発生される凝縮水のみならず、本発明は、フェノールやチオシアンといった生物処理において影響を与えやすい物質が含有されている被処理水の処理全般に適用が可能なものである。

そして、その場合には、生物処理の方法や装置において従来公知の技術事項を適宜選択して採用することができる。

実施例

[0030] 次に実施例を挙げて本発明をさらに詳しく説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

[0031] （被処理水）

石炭の乾留を行っているコークス炉から排出されるガスを間接的ならびに直接的に冷却して発生したアンモニア、フェノールやチオシアンなどを含む排水は、工業用水と海水で４倍に希釈し（排水：工業用水：海水＝１：１：２）、これを生物処理に供する被処理水とした。

[0032] （曝気槽）

上記被処理水は、３つの曝気槽にて生物処理を行った。

３つの槽の内、２つの曝気槽は槽形状（１７ｍ×１９ｍ×４．６ｍ）及び容積（１４８６ｍ^3）が同じで、残りの１つは先の同形状の曝気槽に比べて２／３程度の容積（９２１ｍ^3：１４ｍ×１４ｍ×４．７ｍ）を有するものである。

[0033] （細菌数の測定）

生物処理に先立って、各槽に収容されている汚泥をサンプリングし、下記の方法で細菌数を測定した。

[0034] （リアルタイムＰＣＲによる細菌数の定量）

ＣＯＤ除去に関与する全細菌（真正細菌）、アンモニアの硝化に関わるアンモニア酸化細菌と亜硝酸酸化細菌、ならびにＣＯＤ成分の中でも難分解性で毒性の強いフェノールの分解に関わるフェノール分解細菌、およびチオシアンの分解に関わるチオシアン分解細菌の存在数量の定量をリアルタイムＰＣＲにより実施した。

表１と表２とにそれぞれリアルタイムＰＣＲに用いたｐｒｉｍｅｒとｐｒｏｂｅの名称と塩基配列、およびリアルタイムＰＣＲの条件を示す。

[0035] （１）全細菌数の定量

全細菌（真正細菌）の存在数量の定量は、Ｆｏｒｗａｒｄ　ｐｒｉｍｅｒとしてＢＡＣＴ１３６９Ｆ、Ｒｅｖｅｒｓｅ　ｐｒｉｍｅｒとしてＰＲＯＫ１４９２Ｒ、またＴａｑＭａｎ　ｐｒｏｂｅとしてＢＡＣＴ１３８９を用いたＴａｑＭａｎ　ｐｒｏｂｅ法により行った。

[0036] （２）アンモニア酸化細菌（ＡＯＢ）数の定量

Ｆｏｒｗａｒｄ　ｐｒｉｍｅｒとしてＣＴＯ１８９ｆＡ／ＢとＣＴＯ１８９ｆＣとを２：１のモル比で混合したもの、Ｒｅｖｅｒｓｅ　ｐｒｉｍｅｒとしてＲＴ１ｒを用い、さらに、ＴａｑＭａｎ　ｐｒｏｂｅとしてＴＭＰ１を用いたＴａｑＭａｎ　ｐｒｏｂｅ法により行った。

[0037] （３）亜硝酸酸化細菌（ＮＯＢ）数の定量

Ｎｉｔｒｏｓｐｉｒａ　ｓｐｐ．とＮｉｔｒｏｂａｃｔｅｒ　ｓｐｐ．を対象に実施した。

Ｎｉｔｒｏｓｐｉｒａ　ｓｐｐ．数の定量は、Ｆｏｒｗａｒｄ　ｐｒｉｍｅｒとしてＮＳＲ１１３ｆ、Ｒｅｖｅｒｓｅ　ｐｒｉｍｅｒとしてＮＳＲ１２６４ｒを用い、さらに、ＴａｑＭａｎ　ｐｒｏｂｅとしてＮＳＲ１１４３Ｔａｑを用いたＴａｑＭａｎ　ｐｒｏｂｅ法により実施した。

一方Ｎｉｔｒｏｂａｃｔｅｒ　ｓｐｐ．数の定量は、Ｆｏｒｗａｒｄ　ｐｒｉｍｅｒとしてＮＩＴ３ｆ、Ｒｅｖｅｒｓｅ　ｐｒｉｍｅｒとしてＮＩＴ２ｒを用いたＳＹＢＲ　Ｇｒｅｅｎ法により定量した。

[0038] （４）フェノール分解細菌数の定量

フェノール分解細菌数の定量は、Ｆｏｒｗａｒｄ　ｐｒｉｍｅｒとしてＰＨＥ－Ｆ、Ｒｅｖｅｒｓｅ　ｐｒｉｍｅｒとしてＰＨＥ－Ｒを用いたＳＹＢＲ　Ｇｒｅｅｎ法により定量した。

[0039] （５）チオシアン分解細菌数の定量

チオシアン分解細菌のＰＣＲを用いた検出・定量方法に関する論文を検索し、記載のＰＣＲ　ｐｒｉｍｅｒを用いてＰＣＲ反応の条件検討を行ったが、目的とするチオシアン分解菌を検出することはできなかった。

そこで、データベース（ｈｔｔｐ：／／ｗｗｗ．ｎｃｂｉ．ｎｌｍ．ｎｉｈ．ｇｏｖ／）に登録されているチオシアン分解酵素（ｔｈｉｏｃｙａｎａｔｅ　ｈｙｄｒｏｌａｓｅ：ｓｃｎＣ）遺伝子の配列を基に、表３に示す５種類のチオシアン分解菌数定量用（ＴａｑＭａｎ　ｒｅａｌ－ｔｉｍｅ　ＰＣＲ法）のＰｒｉｍｅｒ／Ｐｒｏｂｅを設計した。

なお、このチオシアン分解細菌の検出・定量用のＰＣＲ　ｐｒｉｍｅｒ／ｐｒｏｂｅは日本国特願２００９－３３６１７号に記載のものである。

[0040]

[表1]

標的細菌	ターゲット遺伝子	Primer/Probe	Promer/Probe配列 (5'→3')	文献
アンモニア酸化細菌 (AOB)	AOB 16S rDNA	CTO 189fA/B	GGAGRAAAGCAGGGGATCG	1
		CTO 189fC	GGAGGAAAGTAGGGGATCG	
		RT1r	CGTCCTCTCAGACCARCTACTG	
		TMP1	FAM-CAACTAGCTAATCAGRCATCRGCCGCTC-TAMRA	
亜硝酸酸化細菌 (NOB)	Nitrospira spp. 16S rDNA	NSR1113f	CCTGCTTTCAGTTGCTACCG	2
		NSR1264r	GTTTGCAGCGCTTTGTACCG	
		NSR1143Taq	FAM-AGCACTCTGAAAGGACTGCCCAGG-TAMRA	
	Nitrobacter spp. 16S rDNA	NIT3f	CGGAGCATGGAGCACAGG	3
		NIT2r	CGGGTTAGCGCACCGCCT	
フェノール分解細菌	phenol monooxygenase	PHE-F	GTGCTGACSAAYCTGYTGTTC	4
		PHE-R	CGCCAGAACCAYTTRTC	
チオシアン分解細菌	thiosyanate hydrolase	scnCTt1F	GGAAGTCAGCGATTTCGAGATT	—
		scnCTt1R	TCCACACGCGGTGGTCTT	
		scnCTt1Taq	FAM-CGAACTGGCCATCGAAAAAGGCC-TAMRA	
真性細菌	eubacterial 16S rDNA	BACT1369F	CGGTGAATACGTTCYCGG	5
		PROK1492R	GGWTACCTTGTTACGACTT	
		BACT1389	FAM-CTTGTACACACCGCCCGTC-TAMRA	

<参考文献>

1. Hermansson, A, and Lindgren, P-E. Appl. Environ. Microbiol. 2001, 67, 972-976.
2. Harms, C., Layton, A. C., Dionisi, H. M., Garret, V. M., Hawkins, S. A., Robinson, K. G., and Sayler, G. S. Environ. Sci. Technol. 2003, 37, 343-351.
3. Wagner, M., Rath, G., Koops, H. -P., Flood, J., and Amman, R. I. 1996, 34, 237-244.
4. Brett R. Baldwin, Cindy H. Nakatsu, and Loring Nies Appl. Environ. Microbiol. 2003, 69, 3350-3358.
5. Suzuki, M. T., Taylor, L. T., and Delong, E. F. Appl. Environ. Microbiol. 2000, 66, 4605-4614.

[0041]

[表2]

標的細菌	ターゲット遺伝子	Primer/Probe		PCR反応条件			
		名 称	濃度(nM)	Step	反応温度(℃)	時間	サイクル数
アンモニア酸化細菌(AOB)	AOB 16S rDNA	CTO189fA/B CTO189fC RT1r TMP1	400[1)] 400 150	1	50	2min	1
				2	95	15min	1
				3	94 60	15sec 1min	35
亜硝酸酸化細菌(NOB)	Nitrospira spp. 16S rDNA	NSR1113f NSR1264r NSR1143Taq	200 200 150	1	50	2min	1
				2	95	15min	1
				3	94 63	15sec 1min	40
	Nitrobacter spp. 16S rDNA	NIT3f NIT2r	100 100	1	95	10min	1
				2	95 63 72	15sec 15sec 31sec	35
				Dissociation	95 63 98	15sec 30sec 15sec	1
フェノール分解細菌	phenol monooxygenase	PHE-F PHE-R	300 300	1	95	10min	1
				2	95 55 72	15sec 30sec 35sec	35
				Dissociation	95 60 95	15sec 30sec 15sec	1
チオシアン分解細菌	thiocyanate hydrolase (scnC)	scnCTt1F scnCTt1R scnCTt1Taq	300 300 250	1	50	2min	1
				2	95	10min	1
				3	95 60	15sec 1min	45
真性細菌	eubacterial 16S rDNA	BACT1369F PROK1492R BACT1389	200 300 200	1	50	2min	1
				2	95	10min	1
				3	95 56	15sec 1min	35

1) CTO189fA/BとCTO189fCは、モル比が2:1になるように混合して使用。

[0042]

[表3]

標的細菌	プライマー/プローブ名	配列(5'→3')
Thibacillus thioparus	scnCTt1F	GGAAGTCAGCGATTTCGAGATT
	scnCTt1R	TCCACACGCGGTGGTCTT
	scnCTt1Taq	FAM-CGAACTGGCCATCGAAAAAGGCC-TAMRA
Methylobacterium thiocyanatum	scnCMt1F	CGATGGTTGGTCGGAGGAT
	scnCMt1R	GCGATGCCGATCATGCA
	scnCMt1Taq	FAM-ACTCGCAGAAATCGTCACCCGCG-TAMRA
Rhodococcus sp. RHA1	scnCRh1F	ACGCCTTCGCGACCAAT
	scnCRh1R	TCTCCGAATGGGCCGAAT
	scnCRh1Taq	FAM-TCGAACCACCCGACGGCCC-TAMRA
Mycobacterium smegmatis	scnCMs1F	GATTTCACGGCTTTCAAGATTCTC
	scnCMs1R	CACAACGCACACACGATCAC
	scnCMs1Taq	FAM-AGGACACCCCGACGCTGCACC-TAMRA
Legionella pneumophila	scnCLp1A	CGATTCCCAGTTCTTTACATGCT
	scnCLp1R	GCCTGGGTAGATCCTGAATTCA
	scnCLp1Taq	FAM-CTACCCCATCAGCGAGCAAACGTTTC-TAMRA

プラーマー/プローブ名のFはforward primerを、Rはreverse primerを、TaqはTaqMan probeを示す。
TaqMan probeは5'サイトをFAM(6-carboxyfluoroscein)で、
また3'サイトをTAMRA (6-carboxytetramethylrhodamine) で標識した。

[0043] 表４に各曝気槽へ流入させる被処理水の水質およびこの被処理水の流入による負荷の平均値、最大値および最小値を示す。

なお、表中「Ｎｏ．３ＡＴ」として示されているものが、容積を異ならせた曝気槽であり、「Ｎｏ．７ＡＴ」、「Ｎｏ．８ＡＴ」として示されているものが容積を同じくする２つの曝気槽を表している。

以後、これらの曝気槽を、それぞれ「ＡＴ　Ｎｏ．３」、「ＡＴ　Ｎｏ．７」、「ＡＴ　Ｎｏ．８」あるいは、単に「Ｎｏ．３」、「Ｎｏ．７」、「Ｎｏ．８」と示すことがある。

[0044] [表4]

曝気槽		水量	溶解性CODMn			NH4-N			フェノール			チオシアン		
		(m3/d)	水質(mg/L)	負荷(kg/d)	容積負荷	水質(mg/L)	負荷(kg/d)	容積負荷	水質(mg/L)	負荷(kg/d)	容積負荷	水質(mg/L)	負荷(kg/d)	容積負荷
No3 AT	平均	543	1,324	719	0.78	893	485	0.53	422	229	0.25	95	51	0.06
	最大	576	1,559	898	0.97	1,002	577	0.63	550	317	0.34	112	64	0.07
	最小	552	1,061	586	0.64	769	369	0.40	335	180	0.20	74	41	0.04
No7 AT	平均	2,224	1,324	2,944	1.98	893	1,985	1.34	422	938	0.63	95	211	0.14
	最大	2,186	1,559	3,408	2.29	1,002	2,170	1.46	550	1,146	0.77	112	235	0.16
	最小	2,374	1,061	2,519	1.69	769	1,699	1.14	335	795	0.53	74	175	0.12
No8 AT	平均	2,224	1,324	2,944	1.98	893	1,985	1.34	422	938	0.63	95	211	0.14
	最大	2,186	1,559	3,408	2.29	1,002	2,170	1.46	550	1,146	0.77	112	235	0.16
	最小	2,374	1,061	2,519	1.69	769	1,699	1.14	335	795	0.53	74	175	0.12

[0045] （ＣＯＤ成分の推移）

図２に評価期間（約１５０日間）における各曝気槽に負荷された１日間のＣＯＤ成分量の推移を示す。

この図２にも見られるように、「Ｎｏ．３ＡＴ」に負荷された１日あたりのＣＯＤ成分量は５８６～８９８ｋｇ／ｄで推移し、その内の最小値と最大値とは約１．５倍の開きが見られた。

一方で「Ｎｏ．７ＡＴ」と「Ｎｏ．８ＡＴ」は同じ負荷で運転され、２５２０～３４００ｋｇ／ｄで推移し、その内の最小値と最大値とは約１．４倍の開きが見られた。

「Ｎｏ．３ＡＴ」と、「Ｎｏ．７ＡＴ」や「Ｎｏ．８ＡＴ」とは容積負荷に差があり、「Ｎｏ．７ＡＴ」や「Ｎｏ．８ＡＴ」の曝気槽の容積負荷は「Ｎｏ．３ＡＴ」の容積負荷の約２．５倍の負荷で運転されていた。

[0046] （アンモニア性窒素（ＮＨ４－Ｎ）成分の推移）

図３に約１５０日間にわたって各曝気槽に１日あたりに負荷されるアンモニア性窒素の量を観察した結果を示す。

この図３にも見られるように、「Ｎｏ．３ＡＴ」に負荷された１日あたりのＮＨ４－Ｎ成分量は３６９～５７７ｋｇ／ｄで推移し、この最小値と最大値とは約１．６倍の開きが見られた。

一方で「Ｎｏ．７ＡＴ」と「Ｎｏ．８ＡＴ」は同じ負荷で運転され、１６９９～２１７０ｋｇ／ｄで推移し、この最小値と最大値とは約１．３倍の開きが見られた。

[0047] （フェノールの推移）

図４に、これまでと同様に、約１５０日間にわたって各曝気槽に１日あたりに負荷されるフェノールの量を観察した結果を示す。

この図４にも見られるように、「Ｎｏ．３ＡＴ」に負荷された１日あたりのフェノール量は１８０～３１７ｋｇ／ｄで推移し、この最小値と最大値とは約１．８倍の開きが見られた。

一方で「Ｎｏ．７ＡＴ」と「Ｎｏ．８ＡＴ」は同じ負荷で運転され、７９５～１１４６ｋｇ／ｄで推移し、この最小値と最大値とは約１．４倍の開き

が見られた。

[0048] （チオシアンの推移）

図５に、これまでと同様に、約１５０日間にわたって各曝気槽に１日あたりに負荷されるチオシアンの量を観察した結果を示す。

この図５にも見られるように、「Ｎｏ．３ＡＴ」に負荷された１日あたりのチオシアン量は４１～６４ｋｇ／ｄで推移し、この最小値と最大値とは約１．６倍の開きが見られた。

一方で「Ｎｏ．７ＡＴ」と「Ｎｏ．８ＡＴ」は同じ負荷で運転され、１７５～２３５ｋｇ／ｄで推移し、この最小値と最大値とは約１．３倍の開きが見られた。

[0049] 表５に処理水の水質および各成分の除去率〔（負荷された量－処理水に残存している量）／負荷された量×１００％〕負荷の平均値、最大値および最小値を示す。

溶解性COD_{Mn}の除去率は３つの曝気槽で差はなかったが、処理水質は「Ｎｏ．３ＡＴ」が最も低く、次いで「Ｎｏ．８ＡＴ」、「Ｎｏ．７ＡＴ」の順であった。

これは、後段においても述べるが、細菌数あたりのＣＯＤ負荷の差によるものであると推察される。

ＮＨ４－Ｎは、ほとんど除去（ＮＯ２－Ｎに酸化）されず、除去率は最大でも１０％台であった。

フェノールはすべての曝気槽でほぼ１００％除去されており、処理水中の濃度は最大で０．１ｍｇ／ｌ以下であった。

チオシアンはすべての曝気槽で除去率９７％（平均）であり、良好に処理されていた。

[0050]

[表5]

曝気槽		溶解性CODMn		NH4-N		フェノール		チオシアン	
		水質 (mg/L)	除去率 (%)	水質 (mg/L)	除去率 (%)	水質 (mg/L)	除去率 (%)	水質 (mg/L)	除去率 (%)
No3 AT	平均	77	94.1	857	3.7	0.043	100.0	2.4	97.5
	最大	94	95.5	980	15.9	0.100	100.0	7.0	98.1
	最小	55	92.7	700	0.0	0.026	100.0	2.0	93.7
No7 AT	平均	92	93.1	909	0.0	0.049	100.0	2.3	97.6
	最大	120	94.2	1,000	19.3	0.100	100.0	3.0	98.2
	最小	80	91.7	690	0.0	0.030	100.0	2.0	96.5
No8 AT	平均	83	94.0	926	0.0	0.047	100.0	2.2	97.8
	最大	96	94.7	1,000	10.8	0.090	100.0	3.0	98.1
	最小	71	93.1	850	0.0	0.030	100.0	2.0	96.9

[0051] 表６にそれぞれの曝気槽の汚泥１ｍｇあたりに生息する全細菌、アンモニア酸化細菌（ＡＯＢ）、亜硝酸酸化細菌（ＮＯＢ）、フェノール分解細菌、及びチオシアン酸化細菌の平均値、最大値および最小値を示す。

[0052] [表6]

曝気槽		細菌数(copies/1mg MLSS)				
		全細菌	アンモニア酸化細菌	亜硝酸酸化細菌 (*Nitrobacter*)	フェノール分解細菌	チオシアン分解細菌
No3 AT	平均	4.88E+09	4.21E+06	7.47E+06	5.35E+07	1.40E+06
	最大	6.78E+09	3.48E+07	2.60E+07	1.71E+08	7.15E+06
	最小	3.01E+09	3.79E+04	8.37E+05	2.21E+07	1.35E+04
No7 AT	平均	4.56E+09	3.19E+05	1.84E+06	1.45E+08	2.28E+05
	最大	6.03E+09	3.87E+06	3.50E+06	3.39E+08	1.14E+06
	最小	2.16E+09	7.98E+04	6.56E+05	4.37E+07	9.05E+03
No8 AT	平均	5.40E+09	1.56E+06	5.11E+06	8.71E+07	2.84E+04
	最大	9.13E+09	5.83E+06	1.03E+07	2.16E+08	6.49E+04
	最小	3.96E+09	5.56E+04	2.47E+06	2.99E+07	5.77E+03

[0053] （全細菌数の推移）

図６に、各曝気槽において汚泥１ｍｇあたりの全（真正）細菌数を約１５０日間にわたって観察した結果（細菌数の推移）を示す。

汚泥中の全細菌数は、曝気槽間で大きな差は見られなかった。

また、同一曝気槽内では経時的に大きな変動はなく、５×１０^{9}（ｃｏｐｉｅｓ／ｍｇＭＬＳＳ）前後で比較的安定していた。

[0054] （アンモニア酸化細菌（ＡＯＢ）数の推移）

図７に各曝気槽において汚泥１ｍｇあたりのＡＯＢ数を約１５０日間にわたって観察した結果（細菌数の推移）を示す。

汚泥中のＡＯＢ数は、曝気槽間で差が見られた。

すなわち、「Ｎｏ．７ＡＴ」が最も少なく３．１９×１０^{5}（ｃｏｐｉｅｓ

／ｍｇ　ＭＬＳＳ）であり、最も存在数量の多かった「Ｎｏ．３ＡＴ」は、４．２１×１０^{6}（ｃｏｐｉｅｓ／ｍｇ　ＭＬＳＳ）であり、１０倍の差があった。

また、同一曝気槽内のＡＯＢ数は経時的にも大きく変動し、最大値と最小値は１００倍もの差があった。

[0055] （亜硝酸酸化細菌（ＮＯＢ）数の推移）

図８に各曝気槽において汚泥１ｍｇあたりのＮＯＢ数を約１５０日間にわたって観察した結果（細菌数の推移）を示す。

ＡＯＢと同様に曝気槽間でＮＯＢの存在数量には差が見られた。また、同一曝気槽内のＮＯＢ数は周期的に変動し、最大値と最小値は約１０倍の差があった。

[0056] （フェノール分解菌数の推移）

図９に各曝気槽において汚泥１ｍｇあたりのフェノール分解菌数を約１５０日間にわたって観察した結果（細菌数の推移）を示す。

その結果、「Ｎｏ．７」の曝気槽と「Ｎｏ．８」の曝気槽のフェノール分解菌数にはほとんど差は見られなかったが、「Ｎｏ．３」の曝気槽はそれに比べて少なかった。

また、同一曝気槽内のフェノール分解菌数は変動し、約３０日経過後に最低になり、その後緩やかに上昇した。

[0057] （チオシアン分解菌数の推移）

図１０に各曝気槽において汚泥１ｍｇあたりのチオシアン分解細菌数を約１５０日間にわたって観察した結果（細菌数の推移）を示す。

本細菌の存在数量は曝気槽間で大きな差が見られ、「Ｎｏ．３」の曝気槽に最も多く存在し、最も少なかった「Ｎｏ．８」の曝気槽の約１００倍の差が見られた。

[0058] 次に、生物診断技術（定量ＰＣＲ法）を用いて求めた全細菌数、アンモニア酸化細菌数、亜硝酸酸化細菌数、フェノール分解菌数、およびチオシアン分解菌数とＣＯＤ成分負荷、アンモニア負荷、亜硝酸負荷、フェノール負荷

、およびチオシアン負荷と処理水質との相関関係を解析した。

結果を、表７に示す。

[0059] [表7]

細菌	曝気槽	COD負荷 (kg/d)	処理水COD濃度 (mg/L)	フェノール負荷 (kg/d)	チオシアン負荷 (kg/d)	処理水チオシアン濃度 (mg/L)	$(NH_4)_2S_2O_3$負荷 (kg/d)	処理水$(NH_4)_2S_2O_3$ (mg/L)
全細菌	No3 AT	*-0.474	**-0.765	**-0.669	-0.238	-0.325	0.269	0.213
	No7 AT	-0.276	**-0.752	*-0.557	0.240	-0.167	0.378	0.090
	No8 AT	-0.110	**-0.649	-0.341	0.324	-0.987	0.165	0.227
アンモニア酸化細菌	No3 AT	0.300	-0.321	0.123	0.430	-0.136	0.385	**0.632
	No7 AT	0.029	-0.095	-0.048	-0.095	-0.139	0.203	0.005
	No8 AT	-0.310	-0.213	-0.291	-0.081	-0.260	-0.084	-0.343
亜硝酸酸化細菌	No3 AT	0.098	**-0.766	-0.085	0.256	-0.174	0.317	**0.633
	No7 AT	*-0.506	**-0.596	-0.425	-0.205	-0.010	0.033	-0.039
	No8 AT	0.407	**-0.642	-0.304	0.407	0.111	0.228	-0.317
フェノール分解細菌	No3 AT	0.178	-0.165	-0.011	0.338	-0.217	0.428	0.431
	No7 AT	-0.472	-0.363	*-0.460	-0.194	-0.415	0.024	-0.394
	No8 AT	-0.351	-0.312	-0.411	0.017	0.163	0.140	-0.236
チオシアン分解菌	No3 AT	**0.661	0.415	**0.749	0.349	0.356	-0.399	-0.086
	No7 AT	**0.607	**0.732	**0.783	0.075	0.209	0.075	0.160
	No8 AT	0.279	0.06	0.117	0.185	0.163	0.048	0.423

なお、数値の左に「＊」が付しているものは、有意確率を表すＰ値が０．０５未満であり、「＊＊」が付しているものは、Ｐ値が０．０１未満である。

[0060] 表７に示すように、全細菌数と処理水のＣＯＤ濃度、および亜硝酸酸化細菌（ＮＯＢ）数と処理水のＣＯＤにそれぞれ１％水準で負の相関が見られた。

すなわち、処理水中のＣＯＤの濃度の上昇にともない全細菌数とＮＯＢ数は減少する傾向を示した。

ここでは、分解されにくいＣＯＤ成分がこれらの細菌に悪影響を及ぼし、増殖を阻害したためにこのような結果が観察されたものと推察される。

[0061] （ＣＯＤ成分負荷と処理水菌数の関係）

この検討に用いたコークス排水の処理設備の運転管理指標を設定するために、１細菌あたりのＣＯＤ成分負荷（一日あたりに処理させるＣＯＤ成分の量）と処理水質の関係を求めた。

図１１（左図）に示すように、１細菌あたりのＣＯＤ成分負荷と処理水質の間には高い相関がみられ、１細菌あたりのＣＯＤ成分負荷が上昇するにつれて、処理水のＣＯＤ濃度も上昇した。

したがって、流入するＣＯＤ成分負荷に対して適切な細菌数を生物処理槽内に保持させることで処理水の水質管理を行い得ると考えられる。

[0062] 一方、図１１（右図）に示すように、従来の生物処理における管理指標として用いられてきたＭＬＳＳあたりのＣＯＤ成分負荷（ＣＯＤ－ＭＬＳＳ負荷）と処理水ＣＯＤ濃度の関係においては、相関係数（Ｒ２）が左図に比べて低く、また、曝気槽の違いにより回帰直線の傾きが正になったり負になったりと、バラツキが見られる。

以上のように、フェノールやチオシアンを含む被処理水の生物学的な処理においては、汚泥を構成する細菌の存在数量を生物診断技術で定量し、「１細菌あたりのＣＯＤ成分負荷」という新しい管理指標を設定することにより、従来のＭＬＳＳによる負荷を管理する方法に比べて精度よく処理水の水質を管理し得ることがわかる。

[0063] 先にも述べたように、従来のＭＬＳＳによる負荷を管理する方法では、ＣＯＤ成分の除去率の予測精度が低いため、確実に処理水のＣＯＤ成分残存量を所定の値以下にすることが求められる場合において、細菌に負荷されるＣＯＤ成分の量が、この細菌の分解能力を大きく下回る量となる場合があり、細菌の能力が十分に発揮されないおそれを有していた。

一方で、本発明によれば、細菌１個あたりの負荷が直接コントロール可能となることから、細菌の分解能力を最大限に発揮させうる状態を維持させることができる。

すなわち、上記のような点からも、本発明の生物処理方法が、従来の生物処理方法に比べて優れていることがわかる。

[0064] （個々の細菌について）

（ＮＯＢ数と処理水のＣＯＤ濃度との関係）

各曝気槽のＮＯＢ数と処理水ＣＯＤ濃度の関係を図１２に示す。

この図からもわかるように、曝気槽で分解されず処理水に残存するＣＯＤ濃度が高くなるにつれてＮＯＢ数が減少する傾向が観察された。

ＮＯＢは、通常、有機性ＣＯＤ成分の分解には関与しないことから、上記のような傾向が見られたのは、残存するＣＯＤ成分の影響を受けてＮＯＢの増殖が阻害されたことを示唆しており、ＮＯＢを有害成分の流入を察知する

指標として活用できるものと考えられる。

[0065] （フェノールーフェノール分解細菌負荷およびチオシアンーチオシアン分解細菌負荷）

図１１と同様に、フェノール分解細菌１個あたりに単位時間に負荷するフェノールの量（フェノール負荷）、およびチオシアン分解細菌１個あたりに単位時間に負荷するチオシアンの量（チオシアン負荷）について解析したが、相関関係は見られなかった。

下記表８にも示すように、フェノール分解細菌１個あたりのフェノール負荷の最大値と最小値の差は、「Ｎｏ．３　ＡＴ」と「Ｎｏ．７　ＡＴ」とで約７．５倍の差が見られ、「Ｎｏ．８　ＡＴ」では約９．４倍と大きな差が見られた。

それにもかかわらず処理水のフェノール濃度は０．１ｍｇ／ｌ以下と極めて良好に処理（除去率約１００％）されていた。

従って、フェノール分解細菌に対するフェノール負荷を各曝気槽の最大負荷以下になるように運転すれば、良好な水質を得ることが可能であると推察される。

[0066] 「Ｎｏ．３　ＡＴ」、「Ｎｏ．７　ＡＴ」および「Ｎｏ．８　ＡＴ」の各曝気槽のチオシアン分解細菌１個あたりに単位時間に負荷するチオシアンの量（チオシアン負荷）の最大値と最小値の差は、それぞれ、約７１０倍、約１６０倍、約９倍と大きな差があったにもかかわらず、良好な処理水質が得られた（処理水チオシアン濃度：７．０ｍｇ／ｌ以下、除去率：９３％以上）。

従って、チオシアン分解細菌に対するチオシアン負荷を各曝気槽の最大負荷以下になるように運転すれば、良好な水質を得ることが可能であると推察される。

[0067]

[表8]

曝気槽		フェノール-フェノール分解細菌 負荷 (pg/copy/d)	チオシアン-チオシアン分解細菌 負荷 (pg/copy/d)
No3 AT	平均	738	90,774
	最大	1,535	574,561
	最小	204	810
No7 AT	平均	1,225	883,369
	最大	2,313	3,342,440
	最小	312	20,891
No8 AT	平均	1,811	1,220,969
	最大	3,596	3,390,189
	最小	381	373,309

[0068] 以上のことからも、全細菌の数を予め測定することで、生物処理槽におけるＣＯＤ成分の分解量が予測でき、必要以上に被処理水の処理量を減少させること無く処理水に求められる水質を一定以上に確保させ得ることがわかる。

また、全細菌の数とともに、亜硝酸酸化細菌の数を併せて測定することで、フェノールやチオシアンなどの生物処理における有害な成分の流入を把握することが可能となる。

さらに、フェノール分解細菌やチオシアン分解細菌の数を併せて測定し、処理水におけるフェノールやチオシアンの残存量を所定以下とさせ得る最大の負荷を予め把握しておき、その後、この最大負荷を指標に生物処理を実施させることで処理水をより確実に良好なる水質とすることができる。

すなわち、フェノール分解細菌やチオシアン分解細菌の数を併せて測定することで、処理水の水質が所望の水質以下となることをより確実に抑制しつつ生物処理の処理効率を従来の生物処理方法に比べて向上させうる。

符号の説明

[0069] １０ 間接冷却機

１１ 冷却チューブ

２０ 直接冷却機

２１ スクラバー装置

３０ タールデカンター

４０ 曝気槽（生物処理槽）

５０ 流量制御装置

５１ 調整弁

６０ 沈殿槽

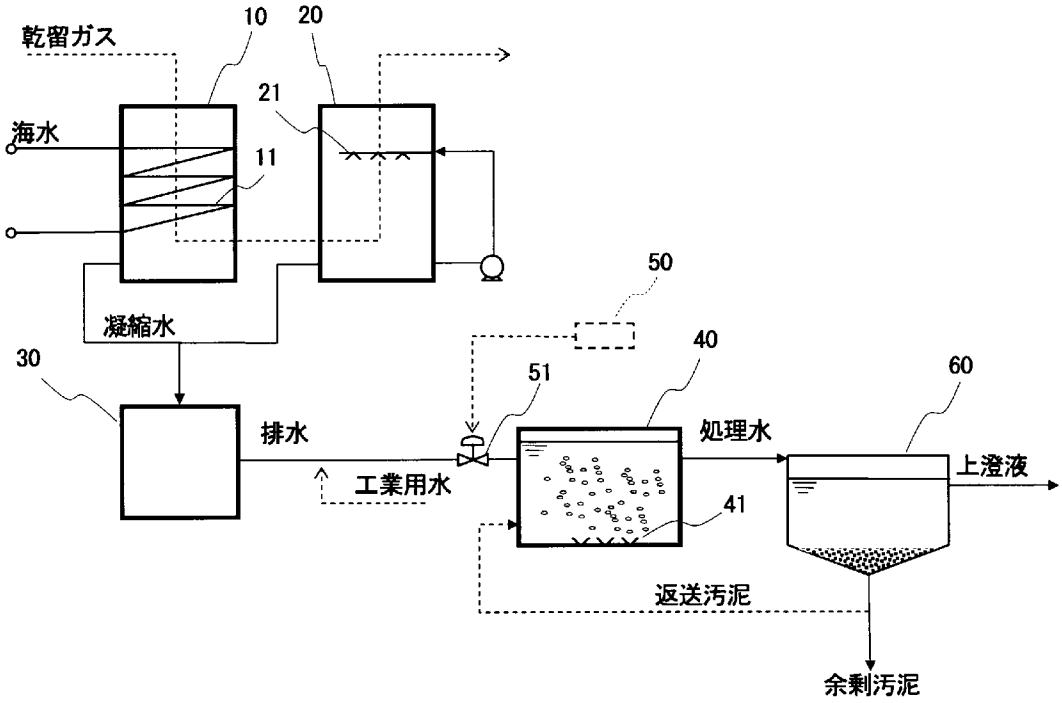
請求の範囲

[請求項1] ＣＯＤ成分を含み、しかも、前記ＣＯＤ成分としてフェノール又はチオシアンの少なくとも一方が含有されている被処理水を、前記ＣＯＤ成分を分解可能な細菌を含んだ汚泥を収容している生物処理槽に導入して、前記ＣＯＤ成分を前記細菌によって生物学的に処理する生物処理方法であって、

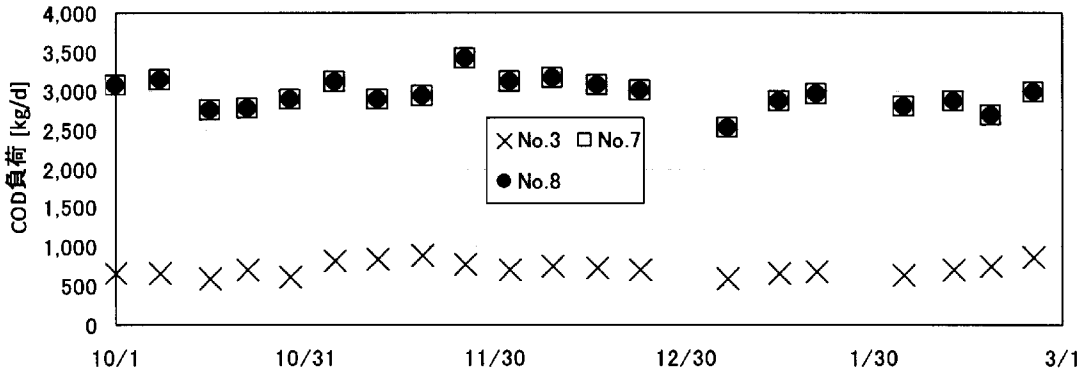
単位時間に前記細菌１個あたりに負荷される前記ＣＯＤ成分の量を所定範囲内に調整し得るように、前記生物処理槽への前記被処理水の導入に先立って前記汚泥に含まれている全細菌数を測定する工程を実施することを特徴とする生物処理方法。

[請求項2] 前記被処理水が、石炭からコークスが作製される際に排出される排ガスが冷却されて発生される凝縮水を含有している請求項１記載の生物処理方法。

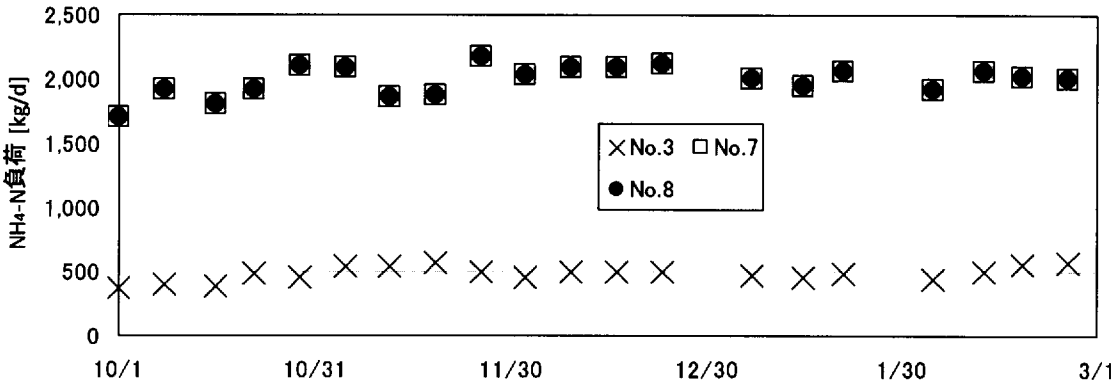
[図1]


乾留ガス
10
20
21
海水
11
凝縮水
50
30
51
40
60
排水
処理水
上澄液
工業用水
41
返送汚泥
余剰汚泥

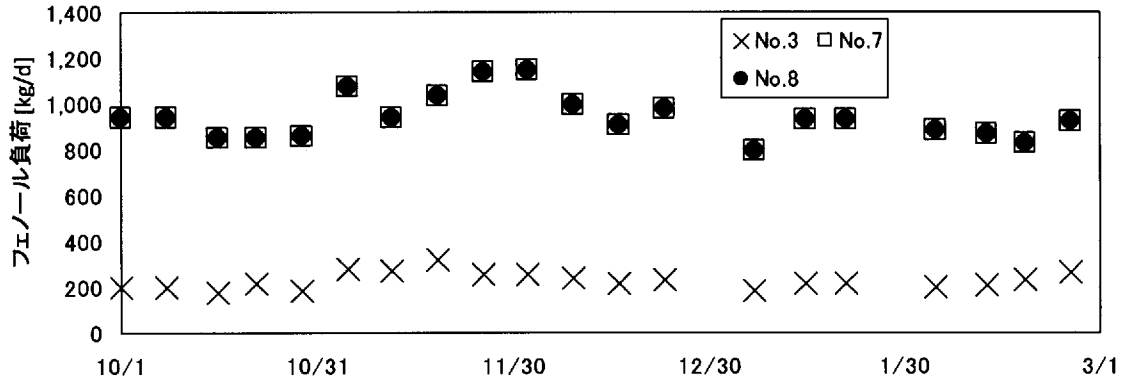
[図2]


COD負荷 [kg/d]
4,000
3,500
3,000
2,500
2,000
1,500
1,000
500
0
No.3 No.7
No.8
10/1
10/31
11/30
12/30
1/30
3/1

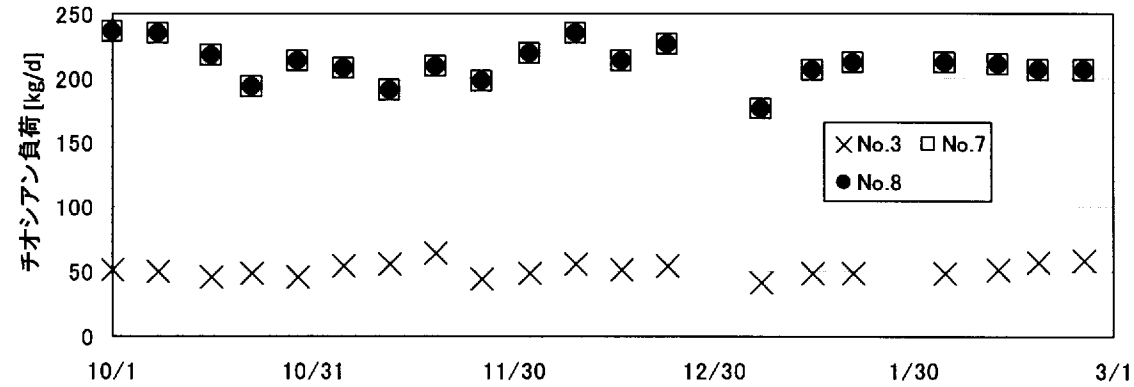
[図3]


NH4-N負荷 [kg/d]
2,500
2,000
1,500
1,000
500
0
No.3 No.7
No.8
10/1
10/31
11/30
12/30
1/30
3/1

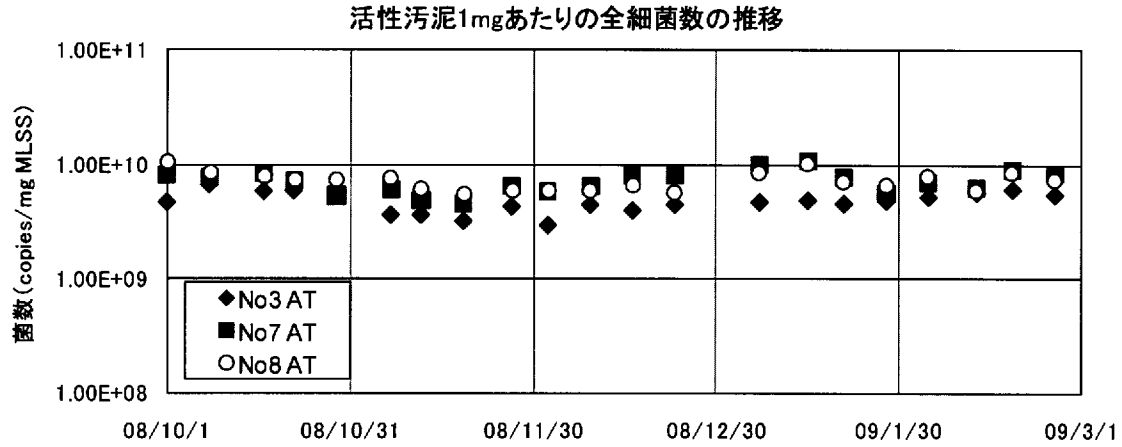
[図4]


フェノール負荷 [kg/d]
1,400
1,200
1,000
800
600
400
200
0
10/1
10/31
11/30
12/30
1/30
3/1
×No.3 □No.7
●No.8

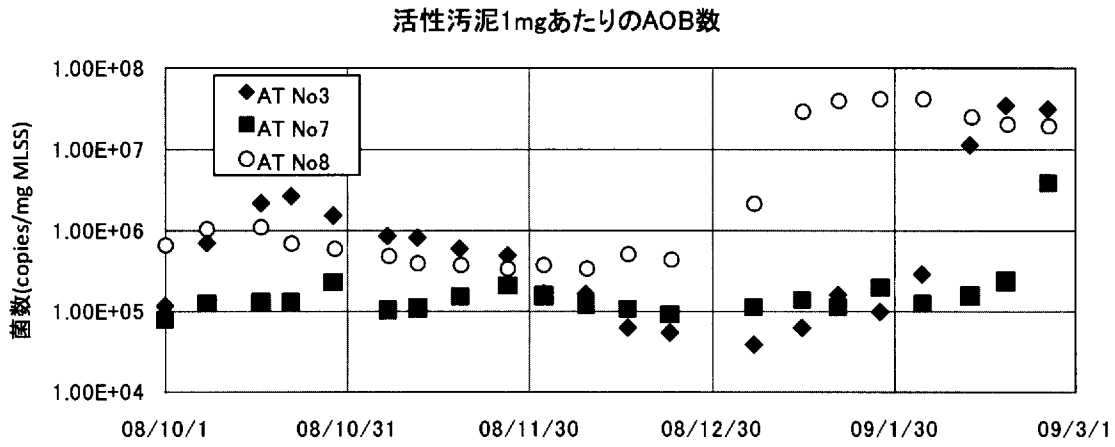
[図5]


チオシアン負荷 [kg/d]
250
200
150
100
50
0
10/1
10/31
11/30
12/30
1/30
3/1
×No.3 □No.7
●No.8

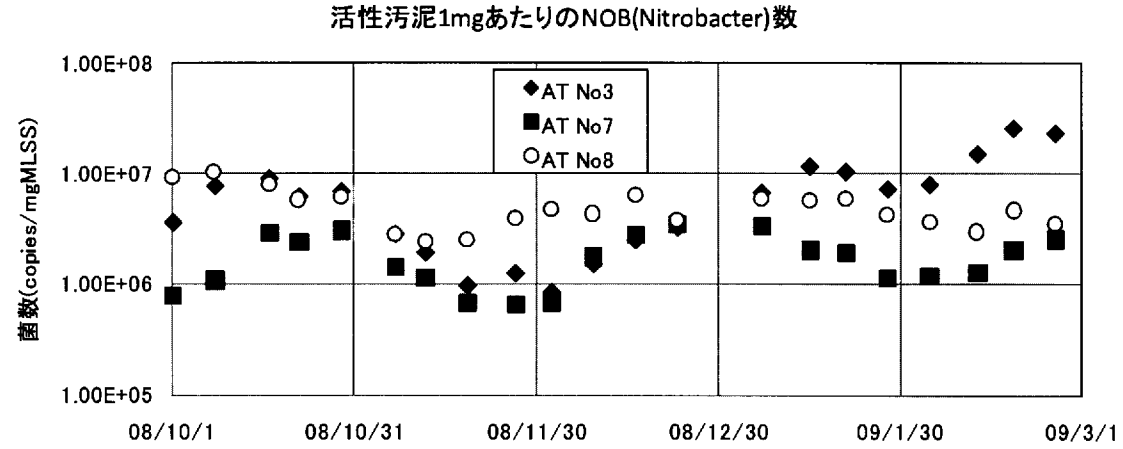
[図6]


活性汚泥1mgあたりの全細菌数の推移
菌数(copies/mg MLSS)
1.00E+11
1.00E+10
1.00E+09
1.00E+08
08/10/1
08/10/31
08/11/30
08/12/30
09/1/30
09/3/1
◆No3 AT
■No7 AT
○No8 AT

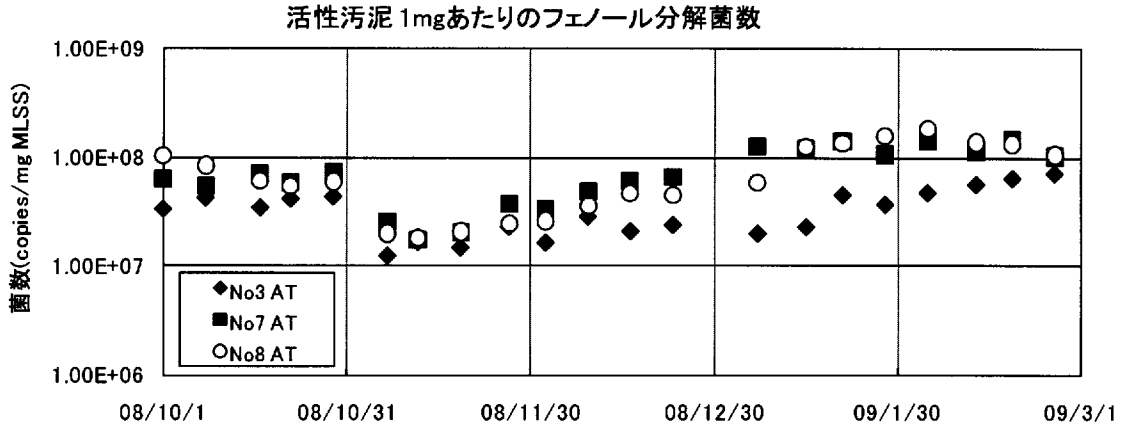
[図7]


活性汚泥1mgあたりのAOB数
菌数(copies/mg MLSS)
1.00E+08
1.00E+07
1.00E+06
1.00E+05
1.00E+04
AT No3
AT No7
AT No8
08/10/1
08/10/31
08/11/30
08/12/30
09/1/30
09/3/1

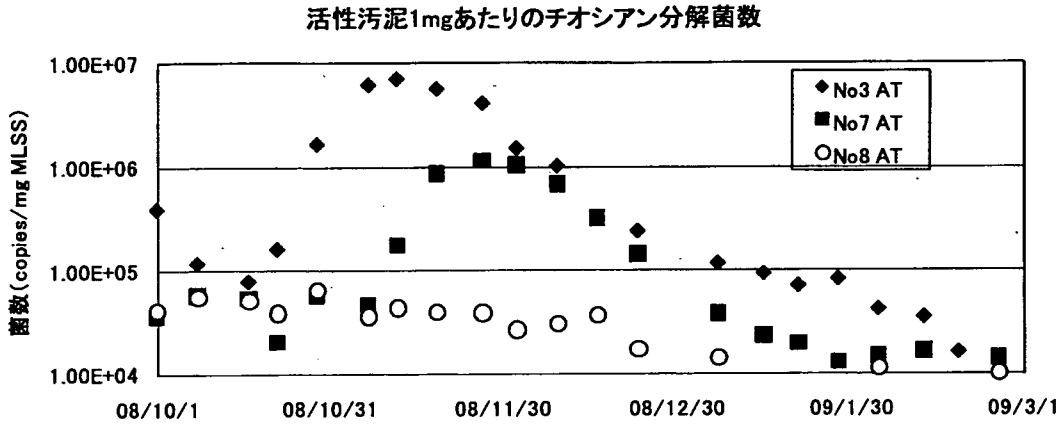
[図8]


活性汚泥1mgあたりのNOB(Nitrobacter)数
菌数(copies/mgMLSS)
1.00E+08
1.00E+07
1.00E+06
1.00E+05
AT No3
AT No7
AT No8
08/10/1
08/10/31
08/11/30
08/12/30
09/1/30
09/3/1

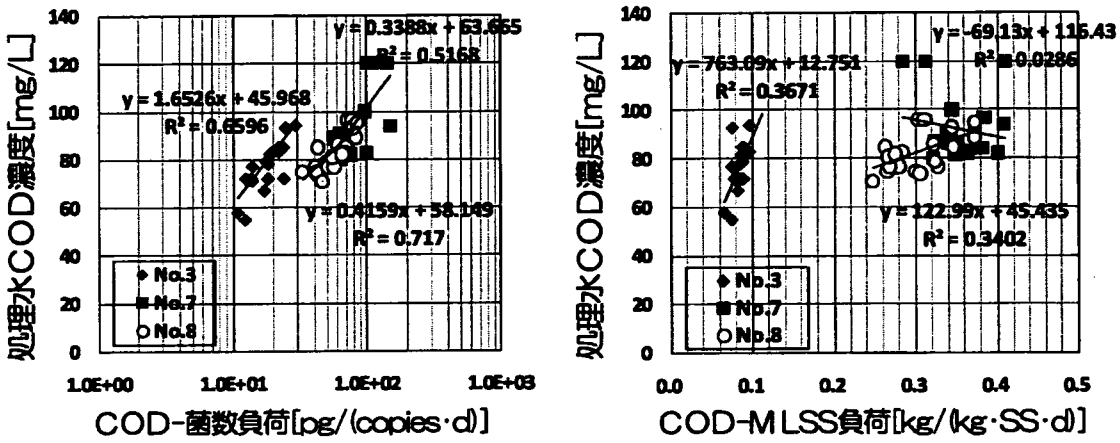
[図9]


活性汚泥 1mgあたりのフェノール分解菌数
菌数(copies/mg MLSS)
1.00E+09
1.00E+08
1.00E+07
1.00E+06
No3 AT
No7 AT
No8 AT
08/10/1
08/10/31
08/11/30
08/12/30
09/1/30
09/3/1

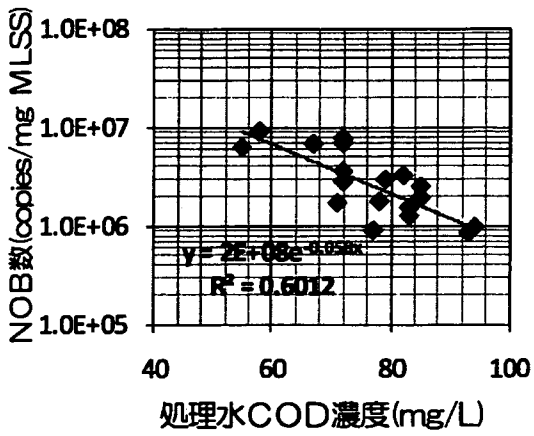
[図10]

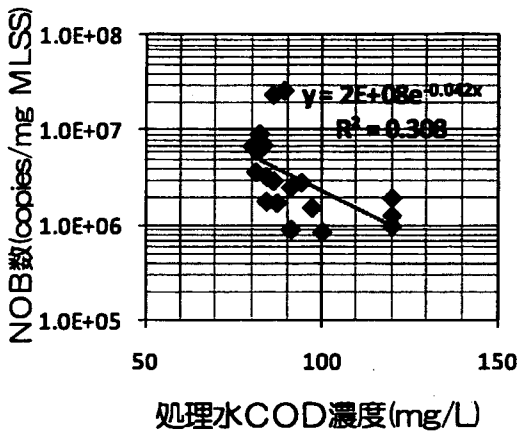

活性汚泥1mgあたりのチオシアン分解菌数
菌数(copies/mg MLSS)
1.00E+07
1.00E+06
1.00E+05
1.00E+04
08/10/1
08/10/31
08/11/30
08/12/30
09/1/30
09/3/1
No3 AT
No7 AT
No8 AT

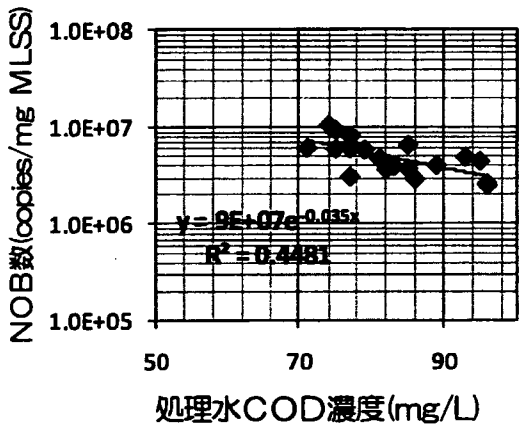
[図11]


処理水COD濃度[mg/L]
y = 0.3388x + 53.655
R² = 0.5168
y = 1.6526x + 45.968
R² = 0.6596
y = 0.4159x + 58.149
R² = 0.717
No.3
No.7
No.8
COD-菌数負荷[pg/(copies·d)]
y = -69.13x + 116.43
R² = 0.0286
y = 763.09x + 12.751
R² = 0.3671
y = 122.99x + 45.435
R² = 0.3402
COD-MLSS負荷[kg/(kg·SS·d)]

[図12]


NOB数(copies/mg MLSS)
1.0E+08
1.0E+07
1.0E+06
1.0E+05
y = 2E+08e-0.058x
R² = 0.6012
40
60
80
100
処理水COD濃度(mg/L)


NOB数(copies/mg MLSS)
1.0E+08
1.0E+07
1.0E+06
1.0E+05
y = 2E+08e-0.042x
R² = 0.308
50
100
150
処理水COD濃度(mg/L)


NOB数(copies/mg MLSS)
1.0E+08
1.0E+07
1.0E+06
1.0E+05
y = 9E+07e-0.035x
R² = 0.4481
50
70
90
処理水COD濃度(mg/L)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2010/064500

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
C02F3/12(2006.01)i

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)
C02F3/12

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-241518 A (Japan Sewage Works Agency), 08 September 2005 (08.09.2005), claims (Family: none)	1,2
A	JP 2002-224696 A (Kabushiki Kaisha Toyo Kankyo Gijutsu Kenkyusho), 13 August 2002 (13.08.2002), claims (Family: none)	1,2
A	JP 3-196900 A (Meidensha Corp.), 28 August 1991 (28.08.1991), claims (Family: none)	1,2

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"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)
"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
"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
"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
"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
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 28 September, 2010 (28.09.10)	Date of mailing of the international search report 12 October, 2010 (12.10.10)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１０／０６４５００

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C02F3/12(2006.01)i

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.　C02F3/12

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	１９７１－２０１０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１０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）

WPI

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	関連する請求項の番号
A	JP 2005-241518 A (日本下水道事業団) 2005.09.08, 特許請求の範囲（ファミリーなし）	１、２
A	JP 2002-224696 A (株式会社東洋環境技術研究所) 2002.08.13, 特許請求の範囲（ファミリーなし）	１、２
A	JP 3-196900 A (株式会社明電舎) 1991.08.28, 特許請求の範囲（ファミリーなし）	１、２

☐　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	国際調査報告の発送日
２８．０９．２０１０	１２．１０．２０１０

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　４Ｄ　４５０５
片山　真紀
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４２１