

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6810423号
(P6810423)

(45) 発行日 令和3年1月6日(2021.1.6)

(24) 登録日 令和2年12月15日(2020.12.15)

(51) Int. Cl.	F 1					
BO1D	21/01	(2006.01)	BO1D	21/01	IO1B	
C12N	1/20	(2006.01)	C12N	1/20	A	
CO2F	1/54	(2006.01)	CO2F	1/54	K	

請求項の数 5 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2017-77194 (P2017-77194)	(73) 特許権者	517106361 東北環境開発株式会社 山形県鶴岡市下清水字打越2-1
(22) 出願日	平成29年4月8日(2017.4.8)	(73) 特許権者	304036754 国立大学法人山形大学 山形県山形市小白川町1丁目4-12
(65) 公開番号	特開2018-176042 (P2018-176042A)	(74) 代理人	100129159 弁理士 黒沼 吉行
(43) 公開日	平成30年11月15日(2018.11.15)	(72) 発明者	矢野 成和 山形県米沢市城南4丁目3-16 国立大 学法人山形大学工学部内
審査請求日	令和1年10月24日(2019.10.24)	(72) 発明者	玉木 友理 山形県米沢市城南4丁目3-16 国立大 学法人山形大学工学部内
特許法第30条第2項適用 平成28年10月9日山形大学農学部において開催された2016年度日本農芸化学会東北支部大会にて公開		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】凝集剤とその製造方法、並びに水処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

水中に分散している粒子を凝集させるための水処理用凝集剤であって、
水不溶性グルカンを生産する微生物の培養液又は水不溶性グルカンを構成成分とする微生物菌体含有溶液からなる菌体外多糖成分を含有し、

前記水不溶性グルカンは、主な結合としての1,6結合を有するデキストラン、及び主な結合として1,3結合を有する水不溶性グルカンであるムタンの少なくとも何れかである、水処理用凝集剤。

【請求項2】

水中に分散している粒子を凝集させるための水処理用凝集剤であって、
水不溶性グルカンを生産する微生物の培養液又は水不溶性グルカンを構成成分とする微生物菌体含有溶液からなる菌体外多糖と、
多孔質の無機材料と、を含有し、

前記水不溶性グルカンは、主な結合としての1,6結合を有するデキストラン、及び主な結合として1,3結合を有する水不溶性グルカンであるムタンの少なくとも何れかである、水処理用凝集剤。

【請求項3】

更に無機塩を添加してなる、請求項1又は2に記載の水処理用凝集剤。

【請求項4】

水中に分散している粒子を凝集させるための水処理用凝集剤の製造方法であって、

水不溶性グルカンを産生する微生物の培養液又は水不溶性グルカンを構成成分とする微生物菌体含有溶液からなる菌体外多糖成分を製造する、菌体外多糖成分製造工程と、

前記菌体外多糖成分と多孔質の無機材料とを接触又は混合する多孔質無機材料接触 / 混合工程とからなり、

前記水不溶性グルカンは、主な結合としての1,6 結合を有するデキストラン、及び主な結合として1,3 結合を有する水不溶性グルカンであるムタンの少なくとも何れかである、水処理用凝集剤の製造方法。

【請求項 5】

粒子が分散している汚濁水を清澄化させる水処理方法であって、

当該汚濁水中に、請求項 1 ~ 3 の何れか一項に記載の水処理用凝集剤を投入することにより、水中に分散している粒子を凝集させる凝集工程を含む、水処理方法。 10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は凝集剤とその製造方法、並びに水処理方法に関する。特に微生物由来の水不溶性グルカンを使用した凝集剤とその製造方法、並びに水処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

畜産排水や食品排水などは小規模の事業所からも排出されており、河川などに放出する際には、これら排水は環境基準に適した処理を行う必要があった。そして排水処理施設の新設や改築を必要とせず、逐次投入するだけで排水処理効率を高める凝集剤、浄化剤や微生物製剤も多数提供されており、排水処理において一定の効果が確認されている。 20

【0003】

しかし連続的に排出される場合や流水域の排水に対しては、排水処理添加剤を逐次投入しなければならず、排水の種類によっては添加頻度が増してしまい、排水処理費用の負担が大きかった。

【0004】

またダム、湖沼、又は貯水池などにおいて濁りを除去したり、浄水工程で水道原水中の濁りを除去する為に、凝集材を用いた土粒子の強制沈降が行われている。これに使用される凝集剤は、汚濁水中に分散している粒子を集合させ、沈降を促進するために用いられるものであり、従前においても、その処理目的に応じた数多くの種類の凝集剤が提供されていた。 30

【0005】

かかる従来提供されている凝集剤としては、高分子ポリマー系や、無機凝集剤などがあり、例えば、硫酸バンド（硫酸アルミニウム）とPAC（ポリ塩化アルミニウム）等があった。その他にも生物材料を用いた凝集剤も提供されており、具体的にはポリグルタミン酸を化学修飾したものが提供されていた。

【0006】

これら様々な凝集剤において、高分子ポリマー系や無機凝集剤は比較的安価であるものの、生物や環境への影響も危惧されている。即ち、これらの凝集剤は、貯水池等の濁水長期化の対応として使用した場合に、凝集によって沈降した貯水池底泥（凝集フロック）は長期間にわたって貯水池などに滞留することになり、長期滞留後における貯水池の水質に与える影響も考慮する必要があった。更に、沈降した凝集フロックを別途処理する必要も生じることから、その運用が難しいのが実情であった。一方で、ポリグルタミン酸を化学修飾したような生物材料を用いた凝集剤は、自然環境において安全であるものの、価格が高い上で、凝集効果も弱いという問題があった。 40

【0007】

そして従前においては、水質を浄化する為に、ゼオライトやトルマリン等の天然鉱石を利用したり、微生物を利用したりすることも提案されている。

【0008】

例えば特許文献1(特開2000-225397号公報)では、生活排水、産業排水などの汚水あるいは河川や湖沼等の富栄養化水の水質を浄化するための資材として、無機質の担持体及び/または有機質の担持体に放線菌を優先種として担持させて成る水質浄化資材が提案されている。

【0009】

また、特許文献2(特開2003-326296号公報)では、水質浄化等を効果的にかつ効率良く行える多孔質複合資材及びその製造方法として、粘土を50重量%以上含む多孔質焼成体に、バチルス・プレビスの近縁の種である好熱性細菌C-1と、バチルス・プレビスの近縁の種である好熱性細菌C-3と、好熱性バチルス・ステアロサーモフィラスCH-4と、好熱性放線菌MH-1と、好熱性又は耐熱性乳酸菌LM-1と、好熱性又は耐熱性乳酸菌LM-2と、未知の細菌及び/又は放線菌との混合菌であって、環境浄化・改良能を有する好熱性種菌PTA-1773を含有させた多孔質複合資材が提案されている。

10

【0010】

更に従前においては、乳酸菌を環境浄化の用途で使用することが提案されている。例えば特許文献3(特開2012-36355号公報)では、乳酸菌と乳酸菌による乳酸発酵によって生産される微生物由来の抗菌性蛋白質バクテリオシンを、生存雰囲気中で担持含浸させた組成体を、50を超えない温度で造粒成形し、環境浄化機能性を有する土壌改善組成体とすることを提案している。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】特開2000-225397号公報

【特許文献2】特開2003-326296号公報

【特許文献3】特開2012-36355号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

従来においては、高分子ポリマー系凝集剤や無機凝集剤などの他、生物材料を用いた凝集剤などが提案されていた。しかしながら、当該生物材料を用いた凝集剤は、その凝集効果においていまだ改善の余地があった。

30

【0013】

そこで本発明は、微生物を利用した上で凝集効果の高い凝集剤と、その製造方法、並びに水処理方法を提供しようとするものである。

【0014】

また従前においても水質浄化の用途において微生物を利用することは提案されていた。しかしながら、当該微生物は専ら水中における有機物の除去を目的とするものであった。即ち、この微生物による有機物除去の原理は、微生物が出す蛋白分解酵素や脂質分解酵素あるいはセルロース分解酵素といった菌体外酵素によって有機物を分解し、それを菌体内に摂取することによって有機物を除去するというメカニズムに基づいていた。この為、当該水質浄化の効果は、微生物の活性化が重要であり、使用環境によっては、当該微生物による水質浄化の効果が得られないことも危惧された。

40

【0015】

そこで本発明は、別の課題として、微生物を利用しながらも、様々な環境で使用できるようにした凝集剤と、その製造方法、並びに水処理方法を提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0016】

上記課題の少なくとも何れかを解決するべく、本発明では、水中に分散している粒子を凝集させるための水処理用凝集剤であって、水不溶性グルカンを生産する微生物の培養液又は水不溶性グルカンを構成成分とする微生物菌体含有溶液からなる菌体外多糖成分を含

50

有する、水処理用凝集剤を提供するものである。

【0017】

また本発明では、水中に分散している粒子を凝集させるための水処理用凝集剤であって、水不溶性グルカンを生産する微生物の培養液又は水不溶性グルカンを構成成分とする微生物菌体含有溶液からなる菌体外多糖と、多孔質の無機材料とを含有する、水処理用凝集剤を提供するものである。

【0018】

上記本発明にかかる水処理用凝集剤は、更に無機塩を添加することができる。

【0019】

そして本発明では、前記課題の少なくとも何れかを解決する為に、上記した水処理用凝集剤の製造方法を提供する。

10

【0020】

即ち、水中に分散している粒子を凝集させるための水処理用凝集剤の製造方法であって、水不溶性グルカンを生産する微生物の培養液又は水不溶性グルカンを構成成分とする微生物菌体含有溶液からなる菌体外多糖成分を製造する、菌体外多糖成分製造工程と、前記菌体外多糖成分と多孔質の無機材料とを接触又は混合する多孔質無機材料接触 / 混合工程とからなる、水処理用凝集剤の製造方法を提供する。

【0021】

更に本発明では、前記した水処理用凝集剤を使用した汚濁水の処理方法を提供する。

即ち、粒子が分散している汚濁水を清澄化させる水処理方法であって、当該汚濁水中に、請求項1～3の何れか一項に記載の水処理用凝集剤を投入することにより、水中に分散している粒子を凝集させる凝集工程を含む、水処理方法を提供する。

20

【発明の効果】

【0022】

本発明の凝集剤とその製造方法、並びに水処理方法によれば、微生物を利用しながらも、凝集効果の高い凝集剤と、その製造方法、並びに水処理方法を提供することができる。

【0023】

また本発明の凝集剤とその製造方法、並びに水処理方法によれば、水不溶性グルカンを生産する微生物の培養液又は水不溶性グルカンを構成成分とする微生物菌体含有溶液からなる菌体外多糖成分を含有することから、微生物を利用しながらも、様々な環境で使用できるようにした凝集剤と、その製造方法、並びに水処理方法を提供することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】 -1,6-グルコシド結合と -1,3-グルコシド結合を持つ不溶性のグルカンの構造式

【図2】 実験例1の実験結果を示す写真

【図3】 実験例1におけるゼオライトの表面を撮影した写真

【図4】 実験例2の実験結果を示す写真

【図5】 実験例3の実験結果を示す写真

【図6】 実験例4の実験結果を示す写真

40

【図7】 実験例4の実験結果を示す写真

【図8】 実験例4の実験結果を示すグラフ

【図9】 実施例4における各サンプルを電子顕微鏡で撮影した写真

【図10】 実験例5で、*L. mesenteroides*の培養液にゼオライトを投入した状態を示す写真

【図11】 実験例5の実験結果を示す写真

【図12】 実験例6の実験結果を示す写真

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下、図面を参照しながら、本実施の形態にかかる水処理用凝集剤とその製造方法、並

50

びに水処理方法を具体的に説明する。特に本実施の形態は、水不溶性グルカンを産生する微生物の培養液又は水不溶性グルカンを構成成分とする微生物菌体含有溶液からなる菌体外多糖成分を含有する水処理用凝集剤としたものである。

【0026】

本実施の形態にかかる水処理用凝集剤は、水中に分散している粒子を凝集させるために使用することができる。当該粒子は、多くの場合、水中に分散している固形物であり、懸濁物質または浮遊物質（suspended solid：以下「SS」ともいう）と呼ばれる。かかるSSは、水中に存在することのできる様々な粒子が含まれ、有機物である他、シルト成分などのような無機粒子であっても良い。この粒子は、水質汚染の原因となり、河川に汚泥床を形成したり、懸濁物質が有機物である場合には腐敗して水中の溶存酸素を消費する。また魚類のえらに付着してへい死させたり、光の透過を妨害し植物の光合成に障害を与えるなどの問題を生じさせる。本実施の形態にかかる水処理用凝集剤は、当該水中に分散している粒子を凝集させることができることから、当該処理対象となる水の清澄化を実現することができる。

10

【0027】

グルカンは、水溶性グルカン、つまり主な結合としての1,6結合(linkage)を有するデキストランか、あるいは主な結合として1,3結合を有する水不溶性グルカン(ムタン)かのいずれかである。そして水の中での溶解度は1,3結合の数に逆比例する。本実施の形態で使用する水不溶性グルカンは、1,3結合の数が多く存在することが望ましく、特に-1,3-結合と-1,6-結合を有する水不溶性グルカンを使用することができる。

20

【0028】

上記水不溶性グルカンを産出する微生物としては、主として上記不溶性グルカンを菌体外多糖として産出することができる様々な微生物(水不溶性グルカン産生菌)であって良い。かかる水不溶性グルカン産生菌は、特に限定されるものではないが、例えば乳酸菌、特にLeuconostoc属の乳酸菌などを使用することができる。

【0029】

また、上記微生物の培養に用いられる培地は、水不溶性グルカン産生菌の種類によって異なるが、当該菌に対して当業界で通常用いられる培地が使用され、合成培地、天然培地のいずれでもよく、液体培地が好ましい。例えば、合成培地としては、一般に炭素源として各種糖類、窒素源として尿素、アンモニウム塩、硝酸塩など、微量栄養素として各種ビタミン、ヌクレオチド、無機塩(Mg、Ca、Fe、Na、K、Mn、Co、Cu等)等が例示される。天然培地としては、炭素源として各種糖類、アミノ酸、有機酸、窒素源としては大豆蛋白質、蛋白質加水分解物、酵母エキス、肉エキス等が例示される。

30

【0030】

そして、上記本実施の形態にかかる水処理用凝集剤は、水不溶性グルカンを産生する微生物の培養液又は水不溶性グルカンを構成成分とする微生物菌体含有溶液からなる菌体外多糖成分を製造する菌体外多糖成分製造工程により製造することができる。

【0031】

かかる菌体外多糖成分製造工程は、培養液において微生物を培養することにより行うことができる。即ち、培養液中に微生物を接種して培養することにより、微生物は水不溶性グルカンを産生することができ、これにより産出した水不溶性グルカンを構成成分とする微生物菌体含有溶液を製造することができる。即ち、当該菌体外多糖成分製造工程は、培養液に水不溶性グルカンを産生する微生物を接種したものである他、微生物が産出した水不溶性グルカンを含む微生物菌体含有溶液であって良い。

40

【0032】

かかる菌体外多糖成分製造工程によって製造した菌体外多糖成分は、そのままでも水処理用凝集剤として使用することができる。

【0033】

『水不溶性グルカン+多孔質の無機材料』

50

また、他の実施の形態にかかる水処理用凝集剤は、更に多孔質の無機材料を含有することができる。かかる多孔質の無機材料としては、アンスラサイト、珪藻土、鹿沼土、モンモリロナイト、ゼオライト、炭（活性炭）、活性白土、天然黄土、カキ殻等、様々なものを使用することができる。

【0034】

当該無機材料は、孔の大きさは特に限定されるものではないが、例えば1 μm ~ 40 μmの開孔のものを使用することができる。また、当該無機材料は、ゼオライトなどの様にイオン交換機能を有するものであってよい。

【0035】

上記多孔質の無機材料を含有する水処理用凝集剤は、前記菌体外多糖成分製造工程によって製造した菌体外多糖成分を、多孔質の無機材料とを接触又は混合する多孔質無機材料接触/混合工程を実施することにより製造することができる。

10

【0036】

かかる多孔質無機材料接触/混合工程は、液状に形成されている菌体外多糖成分中に、ブロック状、粒状又は粉体状の多孔質の無機材料を投入し、攪拌することによって行う他、板状、ブロック状、粒状又は粉体状の多孔質の無機材料に、前記液状の菌体外多糖成分をかけ流すなど、両者を接触させることのできる様々な方法によって行うことができる。

【0037】

また、上記のように水不溶性グルカンと多孔質の無機材料とを接触させて形成される水処理用凝集剤は、多孔質の無機材料をブロック状又は塊状に形成し、これに水不溶性グルカンを付着させたり、或いは水不溶性グルカンを含む培養液を含浸させて形成することもできる。

20

【0038】

また、他の実施の形態にかかる水処理用凝集剤は、更に無機塩を含有しても良い。かかる無機塩としては、特に限定はないが、塩化ナトリウム、塩化カリウム、塩化カルシウム、硫酸ナトリウム、硫酸アルミニウムなどのハロゲン化アルカリ金属や、塩化アンモニウム等を、単独で、又は組み合わせて、用いることができる。

【実施例1】

【0039】

*L. mesenteroides*は、スクロースを炭素源として培養した時、図1に示すような、-1,6-グルコシド結合と-1,3-グルコシド結合を持つ不溶性のグルカンを生成する。本実施例では、得られた不溶性グルカンの糖鎖結合が、-1,3-結合と-1,6-結合の混合物からなる水不溶性グルカンであることを酵素加水分解法により確認した。即ち、不溶性グルカン内の-1,6-グルコシド結合を調べる為に、デキストラナーゼ（別名：-1,6-グルカナーゼ）を使用し、-1,3-グルコシド結合を調べる為に-1,3-グルカナーゼを使用して加水分解を行った。

30

【0040】

この*L. mesenteroides*は、自然環境下において、水不溶性グルカンを用いてバイオフィルムを形成する。そして、*L. mesenteroides*を、以下の表2に示すスクロース含有改変MR S培地（DifcoTM Lactobacilli）で培養した場合には、培養24時間で水不溶性グルカン生成量が最大となること、及び添加するスクロース濃度に依存して、水不溶性グルカン量が増加することを確認している。なお、以下の実施例における「%」は「質量%」を意味する。

40

【0041】

『実験例1』

〔実験の目的〕

本実験例では、*L. mesenteroides*がゼオライト表面でバイオフィルムを形成する条件を検討した。

【0042】

〔実験方法〕

50

L. mesenteroides NBRC100496株の培養：

以下の表 1 に示す前培養培地に、L. mesenteroides NBRC 100496を1白金耳接種し、30 で1日間静置培養した。そして表 2 に示す改変MRS培地100 mlを入れた250 mlプラスチックボトルに、前培養液 1mlを接種し、30 で1日間静置培養した。培養後、ゼオライト（1 cmメッシュ）約30 gを、前記プラスチックボトルに投入し、4日間培養した。培養後にゼオライトを回収し、乾燥重量を測定した。

【 0 0 4 3 】

【表 1】

試薬	配合量(質量%)
プロテオースペプトン, No.3 (Difco Laboratories社製)	1%
ビーフエキス	1%
酵母エキス	0.50%
ブドウ糖	2%
ポリソルベート80	0.10%
クエン酸アンモニウム	0.20%
酢酸ナトリウム	0.50%
硫酸マグネシウム	0.01%
硫酸マンガン	0.01%
リン酸水素二カリウム	0.20%

10

20

30

【 0 0 4 4 】

【表 2】

試薬	配合量(質量%)
トリプトン	0.50%
ビーフエキス	0.80%
酵母エキス	0.40%
リン酸水素二カリウム	0.20%
クエン酸三ナトリウム水和物	0.23%
酢酸アンモニウム	0.50%
硫酸マグネシウム水和物 (MgSO ₄ ・H ₂ O)	0.02%
炭素源 [※]	1~20%

10

20

※炭素源として、スクロース、或いはグルコースを用いた。

【 0 0 4 5 】

〔実験結果〕

スクロース5%、あるいはグルコース1%を含む培養液にゼオライトを投入し、そこに形成したバイオフィルム量を乾燥重量として求めた。その結果を表3に示す。

【 0 0 4 6 】

【表 3】

	培養前[g]	培養後[g]	増加量[g]	増加率[%]
グルコース5%	27.86	28.41	0.55	102
スクロース5%	29.77	32.41	2.64	109

30

【 0 0 4 7 】

図2は、スクロース5%、あるいはグルコース1%を含む培養液にゼオライトを投入した状態を示す写真である。図2(A)の写真に示すように、スクロースを含む培養液では水不溶性グルカンの生成が確認でき、また、水不溶性グルカンがバイオフィルムとしてゼオライトの表面を覆っていることが観察できた。一方、図2(B)に示すように、グルコースを含む培養液では、水不溶性グルカンが確認できなかった。

40

【 0 0 4 8 】

そしてゼオライト表面に形成したバイオフィルムを観察するために、走査型顕微鏡でゼオライト表面を観察した。その結果を図3に示す。図3(A)は対比対象のために、ゼオライト表面を撮影した写真であり。(B)はスクロース5%を含む培養液にゼオライトを投入して製造したバイオフィルムで被覆したゼオライト表面を撮影した写真である。

【 0 0 4 9 】

『実験例 2』

〔実験の目的〕

50

この実験例では、スクロース添加濃度とバイオフィルム形成量との関係を検討した。

【 0 0 5 0 】

〔実験方法及び結果〕

実験例 1 における表 2 に示す改変MRS培地におけるスクロース添加濃度を、表 4 に示すように変更した改変MRS培地100 mlを250 mlプラスチックボトルに入れ、それぞれに実施例 1 における前培養液1 mlを接種して、30 ℃で1日間静置培養した。培養後、基材としてのゼオライト（1 cmメッシュ）約30 gをプラスチックボトルに投入して4日間培養した。培養後にバイオフィルムが付着したゼオライトをバイオフィルム被覆ゼオライトとして回収し、乾燥重量を測定した。その結果を表 4 に示す。この実験結果から、培養液におけるスクロース濃度に比例して、形成されたバイオフィルムの質量が増加したことを確認した。

10

【 0 0 5 1 】

【表 4】

	培養前[g]	培養後[g]	増加量[g]	増加率[%]
スクロース1%	29.56	31.8	2.24	108
スクロース5%	29.77	32.41	2.64	109
スクロース10%	28.88	30.86	1.98	107
スクロース15%	27.69	30.52	2.83	110
スクロース20%	30.46	34.83	4.36	114

20

【 0 0 5 2 】

また、バイオフィルムを形成した基材（バイオフィルム被覆ゼオライト）を、50 ℃のインキュベーターで保ち、表面が乾燥しきるまでの時間を測定した。その結果を、スクロース濃度別バイオフィルムの乾燥時間として図 4 に示す。この実験結果において、各サンプルの乾燥時間は、バイオフィルムを形成しないグルコースの場合では2時間、スクロース濃度1%でも2時間、5%では4時間、20%では12時間を要した。この乾燥時間の差がバイオフィルムの厚みの差であると考えられることから、培養液におけるスクロース濃度に比例して、バイオフィルムの層の厚さが増加したことを確認した。

30

【 0 0 5 3 】

『実験例 3』

〔実験の目的〕

この実験例では、*L. mesenteroides*のバイオフィルムで被覆したゼオライトが、排水処理の汚泥沈降にどのような影響を及ぼすかを評価した。

【 0 0 5 4 】

〔実験方法〕

表 5 に示す組成の人工下水を200 ml調製し、250 ml容積のメジューム瓶に充填した。メジューム瓶のフタに通気口と排気口を取り付け、オートクレーブ滅菌した。冷却後、実施例 2 においてスクロース1%の培養液で培養することにより形成したバイオフィルム被覆ゼオライトを投入し、30 ℃で24時間曝気した。その時の通気量は2 L/minとした。そして人工下水の当初の濁度（610 nm）と、それぞれのサンプルについての24時間曝気後の濁度とを比較した。

40

【 0 0 5 5 】

【表 5】

試薬	配合量[mg]
ペプトン	33
酵母エキス	33
グルコース	11.6
ビーフエキス	3.4
酢酸ナトリウム	11.6
尿素	8.8
塩化ナトリウム	0.5
塩化マグネシウム	0.5
塩化カリウム	0.5
リン酸二水素カリウム	1.5
炭酸水素ナトリウム	10
セルロース	100

10

20

【0056】

〔実験結果〕

図5(A)は表5の人工下水にバイオフィーム被覆ゼオライトを投入したメジューム瓶の写真であり、図5(B)は表5の人工下水に、*L. mesenteroides*を添加していないスクロース含有MRS培地に浸漬したゼオライト(バイオフィームが形成されていないゼオライト。以下「コントロール」という。)を投入したメジューム瓶の写真である。

30

【0057】

両者を比較すると、バイオフィーム被覆ゼオライトの方が、明らかに汚泥の透明度が高かった。また24時間曝気後、人工下水をサンプリングし、濁度とpHを測定した。その結果を表6に示す。この表6の結果からも明らかなように、バイオフィーム被覆ゼオライトの方が、明らかに低い値(濁度)を示した。よって、この実験結果から、バイオフィーム被覆ゼオライトによる水中浮遊物質の凝集効果を確認することができた。

【0058】

【表6】

40

	濁度[A]	pH[—]
バイオフィーム有り	0.123	5.8
コントロール	0.706	7.8

【0059】

『実験例4』

〔実験の目的〕

50

この実験例では、*L. mesenteroides*のバイオフィルムで被覆したゼオライトによる、排水処理の汚泥沈降速度を評価した。

【0060】

〔実験方法〕

前記表5に示す組成の人工下水を200 ml調製し、250 ml容積のメジューム瓶に充填した。これに、前記実験例3と同様のバイオフィルム被覆ゼオライトを投入したものと、前記実験例3のコントロールに使用したゼオライトを投入したものの夫々のサンプルを調整し、それぞれのサンプルを投入したメジューム瓶を攪拌して浮遊物質を均一な状態にし、それを100 ml容積のメスシリンダーに移した。そしてメスシリンダーを上下に3回振り、浮遊物質が沈降する様子を観察した。

10

【0061】

また、この実験例4では、前記人工下水を排水処理施設の活性汚泥に代えて、上記と同様の実験を行った。

【0062】

〔実験結果〕

人工下水を対象とした実験結果は図6に示す。この図6は、人工下水における浮遊物質が沈降する様子を示す写真であり、図6(A)は、メスシリンダーを上下に3回振った後(0分後)の写真、同(B)は10分後の写真、同(C)は20分後の写真、同(D)は50分後の写真である。この図からも明らかなように、バイオフィルム被覆ゼオライトを投入した人工下水は、コントロールに比べて沈降する時間が圧倒的に短いことが分かった。

20

【0063】

また、排水処理施設の活性汚泥を対象とした実験結果は、図7に示す。この図7は、活性汚泥における浮遊物質が沈降する様子を示す写真であり、図7(A)は活性汚泥に前記実験例3のコントロールに使用したゼオライトを投入した場合の写真であり、図7(B)は活性汚泥に前記バイオフィルム被覆ゼオライトを投入した場合の写真である。この図7に示すように、バイオフィルム被覆ゼオライトを投入した場合のほうが沈降するのが速い。この実験における相対的な沈降速度を図8のグラフに示した。図8からもわかるように、沈降試験開始した直後から、バイオフィルムで被覆したゼオライトを投入した活性汚泥の沈降が速いことが分かる。

30

【0064】

そしてこの実験例4では、それぞれのサンプルを電子顕微鏡で観察した。その結果を図9に示す。図9(A)は、バイオフィルム被覆ゼオライトを投入したサンプルであり、図9(B)はゼオライト(コントロール)を投入したサンプルである。この電子顕微鏡写真からも明らかなように、バイオフィルムで被覆したゼオライトで処理した人工下水中の浮遊物質は、バイオフィルムの粘着成分である水不溶性グルカンに絡め取られている様子が観察出来た。

【0065】

『実験例5』

〔実験の目的〕

この実験では、*L. mesenteroides*の培養液にゼオライトを投入して得た水処理用凝集剤の凝集効果を確認した。

40

【0066】

〔実験方法〕

*L. mesenteroides*のスクロース5%培養液にゼオライトを投入すると、図10に示すように、バイオフィルム被覆ゼオライトが培養液の底に沈殿し、上層に水不溶性グルカン層が形成する。そこでこのバイオフィルム被覆ゼオライトと、水不溶性グルカンを用いてカオリン凝集試験を行う。

【0067】

カオリン凝集試験は、カオリン0.5%懸濁液を200 ml調製し、そこへ各種サンプルを投入し、攪拌機で2分間攪拌(150 rpm)した。その後の凝集の様子を観察した。本実験例で

50

は、各種サンプルとして、(1) 実験例 3 と同様のバイオフィルム被覆ゼオライト (5 g 湿重量) と、(2) 実験例 3 と同様のバイオフィルム被覆ゼオライトの製造に際して得られた水不溶性グルカン (200 μ l) を使用し、また比較対照として (3) ゼオライトを投入せずに得た水不溶性グルカン (200 μ l) と、(4) オートクレーブ滅菌しただけのゼオライト (5 g 乾燥重量) を用いた。

【0068】

〔実験結果〕

図 1 1 は、攪拌を止めた直後 (0 秒)、30 秒後、60 秒後、90 秒後、120 秒後の状態を撮影した観察写真である。

【0069】

この実験結果から、サンプル (1) のバイオフィルム被覆ゼオライト (5 g 湿重量) を用いた場合、攪拌を止めて直ぐに凝集が始まり、30 秒後には沈殿が確認できた。また、サンプル (2) の水不溶性グルカン (200 μ l) の場合も同様に、30 秒後には沈殿がみられた。水不溶性グルカンの場合は、1/1,000 量資化添加していないにもかかわらず、凝集・沈殿が起こった。サンプル (3) のゼオライトを投入せずに得た水不溶性グルカンでは、前記サンプル (2) に比べて凝集するのが遅く、沈殿するのも遅かったが、凝集効果を確認することができた。そしてサンプル (4) のゼオライトだけを投入しても、凝集は観察されなかった。

【0070】

以上の結果から、バイオフィルム被覆ゼオライトだけでなく、ゼオライトにバイオフィルムを形成させた際に得られる水不溶性グルカンや、*L. mesenteroides* の培養によって得られた水不溶性グルカンもカオリンを凝集・沈殿させることがわかった。

【0071】

『実験例 6』

〔実験の目的〕

一般に、濁水に対して凝集剤を添加する際に、無機塩類を添加することで、凝集作用が向上する。そこでこの実験では、前記実施の形態にかかる水処理用凝集剤に対する無機塩の添加による効果を確認した。

【0072】

また *L. mesenteroides* の培養液に投入するゼオライトの粒径、即ち、バイオフィルム被覆ゼオライトの粒径の違いによる凝集効果の違いを確認した。

【0073】

〔実験方法〕

カオリン 0.5% 懸濁液に対して、(1) 実験例 3 と同様のバイオフィルム被覆ゼオライトを 5 g 添加したサンプル (サンプル 1)、(2) 実験例 3 と同様のバイオフィルム被覆ゼオライトの製造に際して得られた水不溶性グルカン (200 μ l) を加えたサンプル (サンプル 2)、及び (3) 実施例 2 においてスクロース 5% の培養液で培養し、ゼオライトを投入せずに得た水不溶性グルカン (200 μ l) を加えたサンプル (サンプル 3) の夫々について、無機塩として NaCl 1 g (0.5%) を添加したものと、添加しないものについて沈降具合を観察した。更にサンプル 1 及びサンプル 2 については、*L. mesenteroides* の培養液に投入するゼオライトの粒径を 1.0~1.5 cm メッシュのものと、0.1~0.5 mm メッシュのものについて実験を行い、沈降具合を観察した。

【0074】

〔実験結果〕

図 1 2 は、各サンプル、無機塩の有無、ゼオライトの粒径を変えたそれぞれについて、カオリン 0.5% 懸濁液への投入後 (0 秒)、30 秒後、60 秒後、90 秒後、120 秒後の状態を撮影した写真である。図 1 2 (A) はサンプル 1 について、無機塩の有無、ゼオライトの粒径を変えた写真であり、図 1 2 (B) はサンプル 2 について、無機塩の有無、ゼオライトの粒径を変えた写真であり、図 1 2 (C) はサンプル 3 について、無機塩の有無を変えた写真である。

【 0 0 7 5 】

この実験結果において、サンプル 1 からサンプル 3 の何れの場合においても、無機塩 (NaCl) を添加していない場合より、無機塩 (NaCl) を添加した場合の方が凝集作用は向上し、沈降は速くなった。

【 0 0 7 6 】

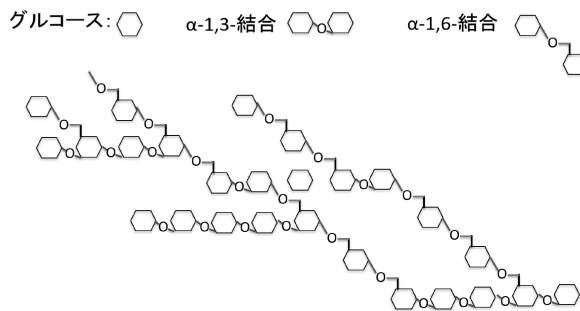
また、ゼオライトの粒径が変化しても、バイオフィーム被覆ゼオライトと水不溶性グルカンは、優れた凝集・沈殿能を有していた。特に、ゼオライトの粒径が0.1~0.5 mmメッシュの場合において、凝集作用は向上し、沈降は速くなった。

【産業上の利用可能性】

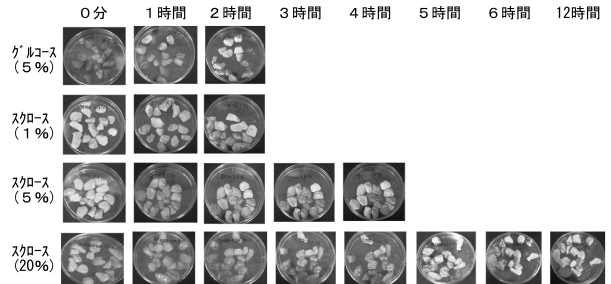
【 0 0 7 7 】

本発明の凝集剤とその製造方法、並びに水処理方法は、上水、下水、排水のみならず、湖沼やダムなど、様々な水施設や場所において水を処理するための凝集剤として利用することができる。

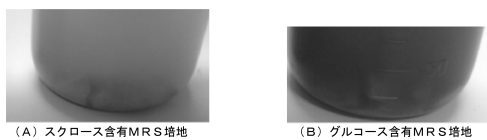
【 図 1 】



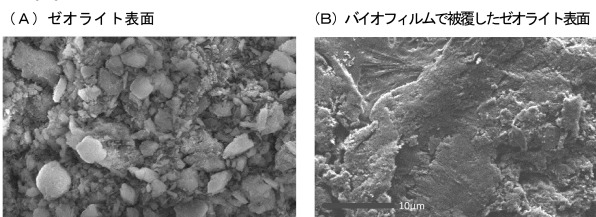
【 図 4 】



【 図 2 】

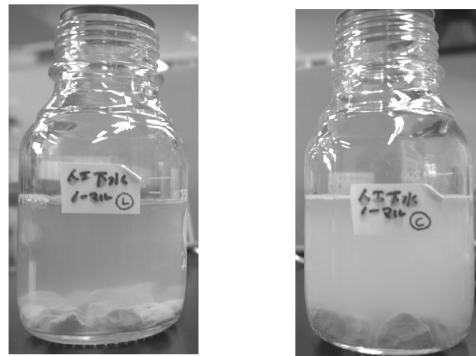


【 図 3 】

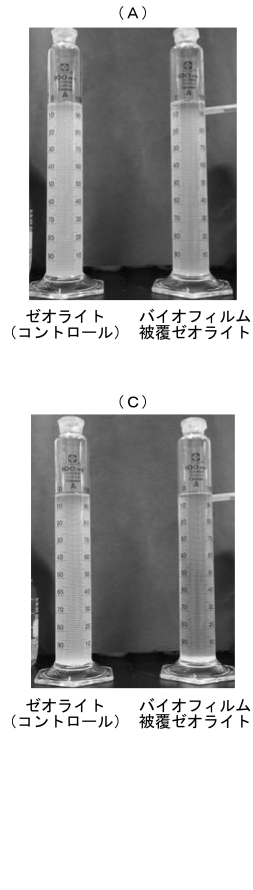


【 図 5 】

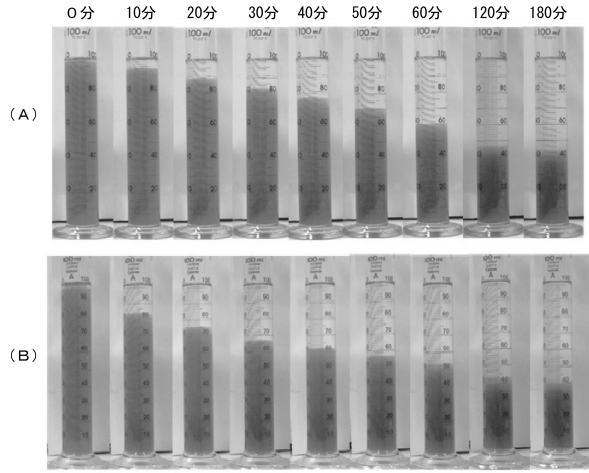
(A) バイオフィーム被覆ゼオライト (B) ゼオライト (コントロール)



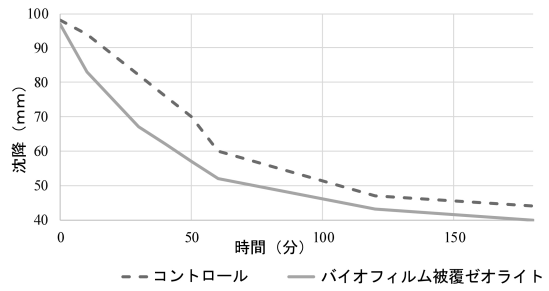
【図6】



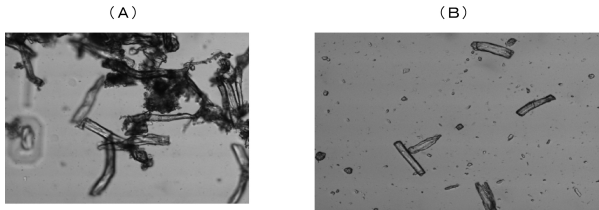
【図7】



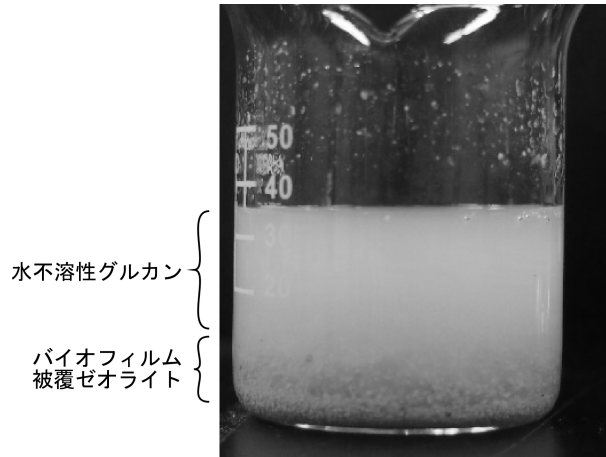
【図8】



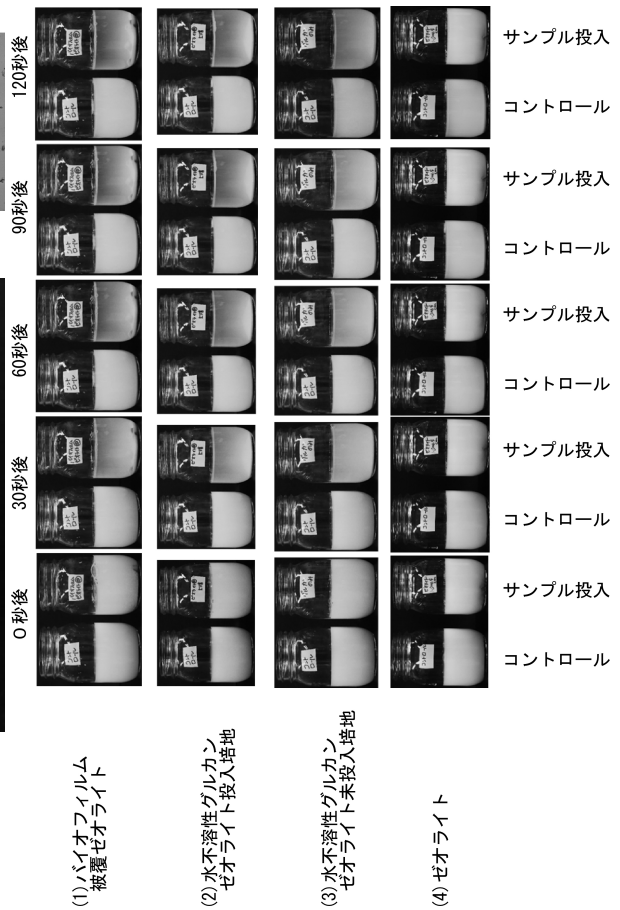
【図9】



【図10】

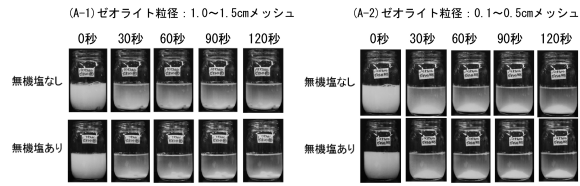


【図11】

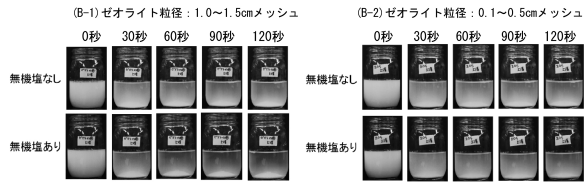


【図 12】

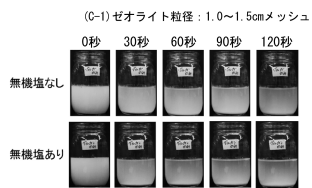
(A) サンプル1 (バイオフィルム被覆ゼオライト)



(B) サンプル2 (バイオフィルム被覆ゼオライト製造時の水不溶性グルカン)



(C) サンプル3 (水不溶性グルカン)



フロントページの続き

- (72)発明者 木村 有為
山形県鶴岡市下清水字打越2 - 1 東北環境開発株式会社 内
- (72)発明者 富樫 博
山形県鶴岡市下清水字打越2 - 1 東北環境開発株式会社 内
- (72)発明者 田淵 公英
山形県鶴岡市下清水字打越2 - 1 東北環境開発株式会社 内
- (72)発明者 今井 努
山形県鶴岡市下清水字打越2 - 1 東北環境開発株式会社 内

審査官 富永 正史

- (56)参考文献 特開平06 - 114208 (JP, A)
特開昭49 - 004685 (JP, A)
特開平10 - 216737 (JP, A)
特開平10 - 309403 (JP, A)
特開平07 - 100304 (JP, A)
特開平09 - 168800 (JP, A)
特開平03 - 056102 (JP, A)
特開平02 - 110101 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B01D 21/01
C02F 1/52 - 1/56
C12N 1/20