

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7200518号
(P7200518)

(45)発行日 令和5年1月10日(2023.1.10)

(24)登録日 令和4年12月26日(2022.12.26)

(51)国際特許分類		F I		
C 0 2 F	1/28 (2023.01)	C 0 2 F	1/28	A
C 0 2 F	1/44 (2023.01)	C 0 2 F	1/28	D
C 0 2 F	1/52 (2023.01)	C 0 2 F	1/44	K
C 0 2 F	1/42 (2023.01)	C 0 2 F	1/52	Z
		C 0 2 F	1/42	B
請求項の数 10 (全20頁) 最終頁に続く				
(21)出願番号 特願2018-128581(P2018-128581)		(73)特許権者 000006035		
(22)出願日 平成30年7月5日(2018.7.5)		三菱ケミカル株式会社		
(65)公開番号 特開2020-6303(P2020-6303A)		東京都千代田区丸の内 1 - 1 - 1		
(43)公開日 令和2年1月16日(2020.1.16)		(74)代理人 100165179		
審査請求日 令和3年6月22日(2021.6.22)		弁理士 田▲崎▼ 聡		
		(74)代理人 100152146		
		弁理士 伏見 俊介		
		(74)代理人 100140774		
		弁理士 大浪 一徳		
		(72)発明者 川岸 朋樹		
		東京都千代田区丸の内一丁目 1 番 1 号		
		三菱ケミカル株式会社内		
		(72)発明者 杉本 直也		
		東京都千代田区丸の内一丁目 1 番 1 号		
		三菱ケミカル株式会社内		
最終頁に続く				

(54)【発明の名称】 排水処理方法および排水処理装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一律排水基準を満たすように排水を処理して得られた第 1 の処理水に有機物吸着剤を添加して第 2 の処理水および前記有機物吸着剤を含む混合物を得て、

前記混合物を、前記第 2 の処理水と前記有機物吸着剤とに固液分離する、排水処理方法であって、

前記第 1 の処理水から採取された試料について生物応答試験を行い、毒性について改善の必要があると評価された場合に、前記第 1 の処理水に前記有機物吸着剤を添加するとともに、該有機物吸着剤の添加量を、前記第 1 の処理水の T O C 濃度、又は、金属元素濃度の少なくとも何れかの情報に基づいて調整する、排水処理方法。

10

但し、前記一律排水基準は、水質汚濁防止法第三条第一項の規定に基づき排水基準を定める総理府令（昭和四十六年総理府令第三十五号）に定められた排水基準である。

また、前記生物応答試験は、環境省が設置した「生物応答を利用した水環境管理手法に関する検討会」によって整理され、環境省が平成 2 9 年 1 2 月に公表した「生物を用いた水環境の評価・管理（改善）手法の技術的事項に関する現時点での整理（平成 2 9 年 1 1 月末時点）」において「化学物質に対する生物の応答を確認（利用）することにより、化学物質の有害性を評価する試験」と定義されたものである。

【請求項 2】

前記固液分離として、膜による固液分離、または、沈降による固液分離を用いる、請求項 1 に記載の排水処理方法。

20

【請求項 3】

前記有機物吸着剤を含む前記第 2 の処理水に凝集剤を添加する、請求項 1 または 2 に記載の排水処理方法。

【請求項 4】

前記有機物吸着剤が粉末活性炭を含む、請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の排水処理方法。

【請求項 5】

前記第 1 の処理水に金属吸着剤をさらに添加する、請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の排水処理方法。

【請求項 6】

前記金属吸着剤として、陽イオン交換樹脂またはキレート樹脂を用いる、請求項 5 に記載の排水処理方法。

【請求項 7】

一律排水基準を満たすように排水を処理して第 1 の処理水を得る一次処理手段と、
前記第 1 の処理水を有機物吸着剤で処理して第 2 の処理水を得る吸着処理槽と、
前記第 1 の処理水に前記有機物吸着剤を添加する有機物吸着剤添加手段と、
前記第 2 の処理水と前記有機物吸着剤とを固液分離する固液分離手段と、を備え、
前記有機物吸着剤添加手段は、前記第 1 の処理水から採取された試料について生物応答試験を行い、毒性について改善の必要があると評価された場合に、前記第 1 の処理水に前記有機物吸着剤を添加し、
さらに、前記有機物吸着剤添加手段によって前記第 1 の処理水に添加する前記有機物吸着剤の添加量を、前記第 1 の処理水の T O C 濃度、又は、金属元素濃度の少なくとも何れかの情報に基づいて調整する制御装置を備えた、排水処理装置。
但し、前記一律排水基準は、水質汚濁防止法第三条第一項の規定に基づき排水基準を定める総理府令（昭和四十六年総理府令第三十五号）に定められた排水基準である。
また、前記生物応答試験は、環境省が設置した「生物応答を利用した水環境管理手法に関する検討会」によって整理され、環境省が平成 2 9 年 1 2 月に公表した「生物を用いた水環境の評価・管理（改善）手法の技術的事項に関する現時点での整理（平成 2 9 年 1 1 月末時点）」において「化学物質に対する生物の応答を確認（利用）することにより、化学物質の有害性を評価する試験」と定義されたものである。

【請求項 8】

前記固液分離手段が、膜分離装置または凝集沈殿槽である、請求項 7 に記載の排水処理装置。

【請求項 9】

前記有機物吸着剤を含む前記第 2 の処理水に凝集剤を添加する凝集剤添加手段をさらに備えた、請求項 7 または 8 に記載の排水処理装置。

【請求項 10】

前記第 1 の処理水に金属吸着剤を添加する金属吸着剤添加手段をさらに備えた、請求項 7 ～ 9 のいずれか一項に記載の排水処理装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、排水処理方法および排水処理装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

工場、事業場等からの排水を公共用水域に放流する場合、我が国においては、水質汚濁防止法第三条第一項の規定に基づき排水基準を定める総理府令（昭和四十六年総理府令第三十五号）に定められた排水基準（いわゆる一律排水基準）を満たしている必要がある。工場、事業場等からの排水は、懸濁物質、有機物、金属元素等を含むため、一律排水基準を満たすように処理された後、公共用水域に放流される。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 3 】

近年、欧米諸国を中心に、生物応答を利用した排水管理制度が導入されている国が見受けられる。例えば、米国においては、水質浄化法の改正により、生物応答を利用した排水評価法がWET (Whole Effluent Toxicity : 全排水毒性) 試験という名称で監視ツールに追加されている。我が国においても、環境省にて生物応答を利用した排水管理手法の活用について検討されている。

【 0 0 0 4 】

一律排水基準を満たす排水であっても、生物応答試験で毒性の有無を評価すると、良好な結果が得られない場合がある。そこで、一律排水基準を満たす被処理水に対して鉄系凝集剤による凝集処理を実施し、被処理水中の金属イオンを低減して、生物応答試験をクリアできる水質に向上する水処理方法が提案されている (特許文献 1)。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 文献 】特開 2 0 1 6 - 1 6 5 6 8 8 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

生物応答試験において生物に影響を与える毒性の要因は、有機物、金属元素等の特定物質の濃度、形態、それらの相互作用 (複合影響) と様々である。特許文献 1 に記載の水処理方法は、生物に影響を与える毒性の主な要因が金属イオンである場合には有効であるが、金属イオン以外、例えば有機物や、有機物と微量の金属元素との相互作用等が毒性の要因に含まれている場合、生物応答試験をクリアできないこともある。

20

【 0 0 0 7 】

本発明は、生物に影響を与える様々な毒性の要因が低減された処理水を得ることができる排水処理方法および排水処理装置を提供する。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

本発明は、下記の態様を有する。

< 1 > 一律排水基準を満たすように排水を処理して得られた第 1 の処理水に有機物吸着剤を添加して第 2 の処理水および前記有機物吸着剤を含む混合物を得て、前記混合物を、前記第 2 の処理水と前記有機物吸着剤とに固液分離する、排水処理方法であって、前記第 1 の処理水から採取された試料について生物応答試験を行い、毒性について改善の必要があると評価された場合に、前記第 1 の処理水に前記有機物吸着剤を添加するとともに、該有機物吸着剤の添加量を、前記第 1 の処理水の TOC 濃度、又は、金属元素濃度の少なくとも何れかの情報に基づいて調整する、排水処理方法。但し、前記一律排水基準は、水質汚濁防止法第三条第一項の規定に基づき排水基準を定める総理府令 (昭和四十六年総理府令第三十五号) に定められた排水基準である。また、前記生物応答試験は、環境省が設置した「生物応答を利用した水環境管理手法に関する検討会」によって整理され、環境省が平成 2 9 年 1 2 月に公表した「生物を用いた水環境の評価・管理 (改善) 手法の技術的事項に関する現時点での整理 (平成 2 9 年 1 1 月末時点)」において「化学物質に対する生物の応答を確認 (利用) することにより、化学物質の有害性を評価する試験」と定義されたものである。

30

< 2 > 前記固液分離として、膜による固液分離、または、沈降による固液分離を用いる、前記 < 1 > の排水処理方法。

< 3 > 前記有機物吸着剤を含む前記第 2 の処理水に凝集剤を添加する、前記 < 1 > または < 2 > の排水処理方法。

< 4 > 前記有機物吸着剤が粉末活性炭を含む、前記 < 1 > ~ < 3 > のいずれかの排水処理方法。

< 5 > 前記第 1 の処理水に金属吸着剤をさらに添加する、前記 < 1 > ~ < 4 > のいずれ

50

かの排水処理方法。

< 6 > 前記金属吸着剤として、陽イオン交換樹脂またはキレート樹脂を用いる、前記< 5 > の排水処理方法。

< 7 > 一律排水基準を満たすように排水を処理して第 1 の処理水を得る一次処理手段と、前記第 1 の処理水を有機物吸着剤で処理して第 2 の処理水を得る吸着処理槽と、前記第 1 の処理水に前記有機物吸着剤を添加する有機物吸着剤添加手段と、前記第 2 の処理水と前記有機物吸着剤とを固液分離する固液分離手段と、を備え、前記有機物吸着剤添加手段は、前記第 1 の処理水から採取された試料について生物応答試験を行い、毒性について改善の必要があると評価された場合に、前記第 1 の処理水に前記有機物吸着剤を添加し、さらに、前記有機物吸着剤添加手段によって前記第 1 の処理水に添加する前記有機物吸着剤の添加量を、前記第 1 の処理水の T O C 濃度、又は、金属元素濃度の少なくとも何れかの情報に基づいて調整する制御装置を備えた、排水処理装置。但し、前記一律排水基準は、水質汚濁防止法第三条第一項の規定に基づき排水基準を定める総理府令（昭和四十六年総理府令第三十五号）に定められた排水基準である。また、前記生物応答試験は、環境省が設置した「生物応答を利用した水環境管理手法に関する検討会」によって整理され、環境省が平成 29 年 12 月に公表した「生物を用いた水環境の評価・管理（改善）手法の技術的事項に関する現時点での整理（平成 29 年 11 月末時点）」において「化学物質に対する生物の応答を確認（利用）することにより、化学物質の有害性を評価する試験」と定義されたものである。

10

< 8 > 前記固液分離手段が、膜分離装置または凝集沈殿槽である、前記< 7 > の排水処理装置。

20

< 9 > 前記有機物吸着剤を含む前記第 2 の処理水に凝集剤を添加する凝集剤添加手段をさらに備えた、前記< 7 > または< 8 > の排水処理装置。

< 10 > 前記第 1 の処理水に金属吸着剤を添加する金属吸着剤添加手段をさらに備えた、前記< 7 > ～< 9 > のいずれかの排水処理装置。

【発明の効果】

【0009】

本発明の排水処理方法および排水処理装置によれば、生物に影響を与える様々な毒性の要因が低減された処理水を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

30

【0010】

【図 1】本発明の排水処理装置の一例を示す概略構成図である。

【図 2】本発明の排水処理装置の他の例を示す概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下の用語の定義は、本明細書および特許請求の範囲にわたって適用される。

「一律排水基準」とは、水質汚濁防止法第三条第一項の規定に基づき排水基準を定める総理府令（昭和四十六年総理府令第三十五号）に定められた排水基準である。

「生物応答試験」は、環境省が設置した「生物応答を利用した水環境管理手法に関する検討会」によって整理され、環境省が平成 29 年 12 月に公表した「生物を用いた水環境の評価・管理（改善）手法の技術的事項に関する現時点での整理（平成 29 年 11 月末時点）」において「化学物質に対する生物の応答を確認（利用）することにより、化学物質の有害性を評価する試験」と定義されている。

40

本明細書および特許請求の範囲において数値範囲を示す「～」は、その前後に記載された数値を下限値および上限値として含むことを意味する。

図 1 および図 2 における寸法比は、説明の便宜上、実際のものとは異なったものである。

【0012】

< 排水処理装置 >

本発明の排水処理装置は、一律排水基準を満たすように排水を処理して第 1 の処理水を得る一次処理手段と、第 1 の処理水を有機物吸着剤で処理して第 2 の処理水を得る吸着処

50

理槽と、第１の処理水に有機物吸着剤を添加する有機物吸着剤添加手段と、第２の処理水と有機物吸着剤とを固液分離する固液分離手段とを備える。

本発明の排水処理装置は、必要に応じて、有機物吸着剤を含む第２の処理水に凝集剤を添加する凝集剤添加手段をさらに備えてもよい。

本発明の排水処理装置は、必要に応じて、第１の処理水に金属吸着剤を添加する金属吸着剤添加手段をさらに備えてもよい。

【００１３】

（第１の実施形態）

図１は、本発明の排水処理装置の第１の実施形態を示す概略構成図である。

排水処理装置１は、一律排水基準を満たすように排水を処理して第１の処理水を得る一次処理手段１０と、第１の処理水を有機物吸着剤で処理して第２の処理水を得る吸着処理槽１２と、第２の処理水と有機物吸着剤とを分離する膜分離装置１４と、第２の処理水を貯留する貯留槽１８とを備える。

10

【００１４】

排水処理装置１は、さらに、吸着処理槽１２内の第１の処理水に有機物吸着剤を添加する有機物吸着剤添加手段２０と、吸着処理槽１２内の第１の処理水に金属吸着剤を添加する金属吸着剤添加手段２２と、膜分離装置１４内の有機物吸着剤を含む第２の処理水に凝集剤を添加する凝集剤添加手段２４と、膜分離装置１４内の有機物吸着剤を含む第２の処理水のｐＨを調整するｐＨ調整手段２６とを備える。

20

【００１５】

排水処理装置１は、さらに、工場、事業場等から排出された一律排水基準を満たさない排水を一次処理手段１０に導入する排水導入ライン３０と、一次処理手段１０で得られた第１の処理水を吸着処理槽１２に移送する第１の処理水移送ライン３２と、吸着処理槽１２で得られた有機物吸着剤を含む第２の処理水を膜分離装置１４に移送する第２の処理水移送ライン３４とを備える。

【００１６】

一次処理手段１０としては、活性汚泥処理装置、凝集沈殿槽、吸着処理槽、酸化処理槽、これらの組み合わせ等が挙げられる。

【００１７】

吸着処理槽１２は、槽本体３８と、槽本体３８内の排水等を攪拌する攪拌装置（図示略）とを備える。

30

吸着反応槽１２には、必要に応じて、槽本体３８内の水温、全有機体炭素（以下、「ＴＯＣ」とも記す。）濃度、金属元素濃度等を測定する各種測定装置（図示略）を設けてもよい。

【００１８】

膜分離装置１４は、水槽４０と、水槽４０内に配置された膜モジュール４２と、膜モジュール４２の分離膜を透過した第２の処理水を貯留槽１８に移送する透過水移送ライン４４と、透過水移送ライン４４の途中に設けられた減圧ポンプ４６と、膜モジュール４２の下方に配置された散気管４８と、ブローア５０から散気管４８に空気を送気する送気ライン５２と、膜モジュール４２の分離膜を透過せずに水槽４０の底に溜まった有機物吸着剤を含むフロックを抜き出すフロック拔出ライン５４と、フロック拔出ライン５４の途中に設けられたフロック拔出バルブ５６とを備える。

40

膜モジュール４２の分離膜としては、中空糸膜、平膜等が挙げられる。

膜分離装置１４には、必要に応じて、水槽４０内の水温、ＴＯＣ濃度、金属元素濃度等を測定する各種測定装置（図示略）を設けてもよい。

【００１９】

有機物吸着剤添加手段２０は、有機物吸着剤を貯留する有機物吸着剤貯留槽６０と、有機物吸着剤貯留槽６０の有機物吸着剤を吸着処理槽１２に供給する有機物吸着剤供給ライン６２と、有機物吸着剤供給ライン６２の途中に設けられたポンプ６４とを備える。

【００２０】

50

金属吸着剤添加手段 2 2 は、金属吸着剤を貯留する金属吸着剤貯留槽 6 6 と、金属吸着剤貯留槽 6 6 の金属吸着剤を吸着処理槽 1 2 に供給する金属吸着剤供給ライン 6 8 と、金属吸着剤供給ライン 6 8 の途中に設けられたポンプ 7 0 とを備える。

【 0 0 2 1 】

凝集剤添加手段 2 4 は、凝集剤を貯留する凝集剤貯留槽 7 2 と、凝集剤貯留槽 7 2 の凝集剤を膜分離装置 1 4 に供給する凝集剤供給ライン 7 4 と、凝集剤供給ライン 7 4 の途中に設けられたポンプ 7 6 とを備える。

【 0 0 2 2 】

p H 調整手段 2 6 は、酸を貯留する酸貯留槽 7 8 と、酸貯留槽 7 8 の酸を膜分離装置 1 4 に供給する酸供給ライン 8 0 と、酸供給ライン 8 0 の途中に設けられたポンプ 8 2 と、アルカリを貯留するアルカリ貯留槽 8 4 と、アルカリ貯留槽 8 4 のアルカリを膜分離装置 1 4 に供給するアルカリ供給ライン 8 6 と、アルカリ供給ライン 8 6 の途中に設けられたポンプ 8 8 と、膜分離装置 1 4 内の有機物吸着剤を含む第 2 の処理水の p H を測定する p H 測定装置 9 0 と、ポンプ 8 2、ポンプ 8 8 および p H 測定装置 9 0 に電氣的に接続する制御装置 9 2 とを備える。

【 0 0 2 3 】

制御装置 9 2 は、p H 測定装置 9 0 で測定された膜分離装置 1 4 内の有機物吸着剤を含む第 2 の処理水の p H 情報に基づいて、酸供給ライン 8 0 のポンプ 8 2 およびアルカリ供給ライン 8 6 のポンプ 8 8 の出力を制御するものである。制御装置 9 2 は、吸着反応槽 1 2 に設けられた各種測定装置（図示略）で測定された、槽本体 3 8 内の水温、T O C 濃度、金属元素濃度等の情報に基づいて、有機物吸着剤供給ライン 6 2 のポンプ 6 4 および金属吸着剤供給ライン 6 8 のポンプ 7 0 の出力を制御するものであってもよい。

【 0 0 2 4 】

制御装置 9 2 は、インターフェイス部（図示略）、記憶部（図示略）、処理部（図示略）等を備える。

インターフェイス部は、ポンプ 8 2、ポンプ 8 8 および p H 測定装置 9 0 と、処理部との間を電氣的に接続するものである。インターフェイス部は、ポンプ 6 4、ポンプ 7 0 および吸着反応槽 1 2 に設けられた各種測定装置と、処理部との間を電氣的に接続するものであってもよい。

【 0 0 2 5 】

記憶部は、膜分離装置 1 4 内の有機物吸着剤を含む第 2 の処理水の p H の設定範囲等を記憶するものである。記憶部は、吸着反応槽 1 2 内の第 1 の処理水の水温、T O C 濃度、金属元素濃度等に応じた有機物吸着剤や金属吸着剤の添加量の設定範囲を記憶するものであってもよい。

【 0 0 2 6 】

処理部は、p H 測定装置 9 0 からの p H 情報に基づいて、膜分離装置 1 4 内の有機物吸着剤を含む第 2 の処理水の p H が、記憶部に記憶された p H の設定範囲内となるように、ポンプ 8 2 およびポンプ 8 8 の出力を制御するものである。処理部は、吸着反応槽 1 2 に設けられた各種測定装置からの水温、T O C 濃度、金属元素濃度等の情報に基づいて、吸着反応槽 1 2 内の第 1 の処理水への有機物吸着剤や金属吸着剤の添加量が、記憶部に記憶された添加量の設定範囲内となるように、ポンプ 6 4 およびポンプ 7 0 の出力を制御するものであってもよい。

【 0 0 2 7 】

処理部は、専用のハードウェアによって実現されるものであってもよく、メモリおよび中央演算装置（C P U）によって構成され、処理部の機能を実現するためのプログラムをメモリにロードして実行することによってその機能を実現させるものであってもよい。

制御装置 9 2 には、周辺機器として、入力装置、表示装置等が接続されていてもよい。入力装置としては、ディスプレイタッチパネル、スイッチパネル、キーボード等の入力デバイスが挙げられ、表示装置としては、液晶表示装置、C R T 等が挙げられる。

【 0 0 2 8 】

(第2の実施形態)

図2は、本発明の排水処理装置の第2の実施形態を示す概略構成図である。

排水処理装置2は、一律排水基準を満たすように排水を処理して第1の処理水を得る一次処理手段10と、第1の処理水を有機物吸着剤で処理して第2の処理水を得る吸着処理槽12と、第2の処理水と有機物吸着剤とを分離する凝集沈殿槽16と、第2の処理水を貯留する貯留槽18とを備える。

【0029】

排水処理装置1は、さらに、吸着処理槽12内の第1の処理水に有機物吸着剤を添加する有機物吸着剤添加手段20と、吸着処理槽12内の第1の処理水に金属吸着剤を添加する金属吸着剤添加手段22と、凝集沈殿槽16内の有機物吸着剤を含む第2の処理水に凝集剤を添加する凝集剤添加手段24と、凝集沈殿槽16内の有機物吸着剤を含む第2の処理水のpHを調整するpH調整手段26とを備える。

10

【0030】

排水処理装置1は、さらに、工場、事業場等から排出された一律排水基準を満たさない排水を一次処理手段10に導入する排水導入ライン30と、一次処理手段10で得られた第1の処理水を吸着処理槽12に移送する第1の処理水移送ライン32と、吸着処理槽12で得られた有機物吸着剤を含む第2の処理水を凝集沈殿槽16に移送する第2の処理水移送ライン34と、凝集沈殿槽16における上澄み液(第2の処理水)を貯留槽18に移送する上澄み液移送ライン36とを備える。

以下、図1の排水処理装置1と同じ構成のものについては、同じ符号を付して詳しい説明を省略する。

20

【0031】

凝集沈殿槽16は、槽本体94と、槽本体94の底に溜まった有機物吸着剤を含むフロックを抜き出すフロック拔出ライン96と、フロック拔出ライン96の途中に設けられたフロック拔出バルブ98とを備える。

【0032】

(他の実施形態)

本発明の排水処理装置は、一律排水基準を満たすように排水を処理して第1の処理水を得る一次処理手段と、第1の処理水を有機物吸着剤で処理して第2の処理水を得る吸着処理槽と、第1の処理水に有機物吸着剤を添加する有機物吸着剤添加手段と、第2の処理水と有機物吸着剤とを固液分離する固液分離手段とを備えるものであればよく、図示例の排水処理装置に限定はされない。

30

例えば、貯留槽18を省略してもよい。

また、金属吸着剤添加手段22、凝集剤添加手段24およびpH調整手段26のうち1つ以上を省略してもよい。

また、吸着処理槽を複数に分け、有機物吸着剤添加手段および金属吸着剤添加手段をそれぞれ異なる吸着処理槽に設けてもよい。

また、制御装置92を設けずに、pH測定装置90で測定されたpHに基づき、手動でポンプ82、ポンプ88の動作を切り換えるようにしてもよい。

【0033】

40

<排水処理方法>

本発明の排水処理方法は、一律排水基準を満たすように排水を処理して得られた第1の処理水に、有機物吸着剤を添加して第2の処理水を得て、第2の処理水と有機物吸着剤とを固液分離する方法である。

本発明の排水処理方法においては、必要に応じて、有機物吸着剤を含む第2の処理水に凝集剤を添加してもよい。

本発明の排水処理方法においては、必要に応じて、第1の処理水に、金属吸着剤をさらに添加してもよい。

【0034】

(第1の実施形態)

50

本発明の排水処理装置の第１の実施形態である排水処理装置１を用いた排水処理は、以下のように行われる。

【００３５】

工場、事業場等から排出された一律排水基準を満たさない排水を、排水導入ライン３０を通して一次処理手段１０に導入する。

一次処理手段１０において、一律排水基準を満たすように排水を一次処理して第１の処理水を得る。一次処理としては、活性汚泥処理、凝集沈殿、吸着処理、酸化処理、これらの組み合わせ等が挙げられる。

【００３６】

一次処理手段１０で得られた第１の処理水を、第１の処理水移送ライン３２を通して吸着処理槽１２に移送する。

10

有機物吸着剤添加手段２０におけるポンプ６４を駆動させて、有機物吸着剤貯留槽６０の有機物吸着剤を、有機物吸着剤供給ライン６２を通して吸着処理槽１２に供給し、吸着処理槽１２内の第１の処理水に添加する。

必要に応じて、金属吸着剤添加手段２２におけるポンプ７０を駆動させて、金属吸着剤貯留槽６６の金属吸着剤を、金属吸着剤供給ライン６８を通して吸着処理槽１２に供給し、吸着処理槽１２内の第１の処理水に添加する。

【００３７】

有機物吸着剤としては、活性炭、陰イオン交換樹脂等が挙げられ、有機物および金属元素の低減効果が高い点から、活性炭が好ましい。活性炭としては、比表面積が大きく、反応速度が速い点から、粉末活性炭が好ましい。粉末活性炭は、ポンプ６４による供給のため、スラリー状にして有機物吸着剤貯留槽６０に貯留されることが好ましい。

20

有機物吸着剤の添加量は、第１の処理水の水温、ＴＯＣ濃度、金属元素濃度等に応じて調整することが好ましい。例えば、有機物吸着剤の添加量は、第１の処理水中の有機物吸着剤の濃度がＴＯＣ濃度の１０～５０００倍になるように添加することが好ましい。有機物吸着剤の添加量は、吸着反応槽１２に設けられた各種測定装置（図示略）で測定された、槽本体３８内の水温、ＴＯＣ濃度、金属元素濃度等の情報に基づいて、制御装置９２によって、有機物吸着剤供給ライン６２のポンプ６４の出力を制御することによって、調整してもよい。

【００３８】

30

金属吸着剤としては、陽イオン交換樹脂、キレート樹脂等が挙げられる。金属吸着剤は、ポンプ７０による供給のため、スラリー状にして金属吸着剤貯留槽６６に貯留されることが好ましい。

金属吸着剤の添加量は、第１の処理水の水温、ＴＯＣ濃度、金属元素濃度等に応じて調整することが好ましい。金属吸着剤の添加量は、吸着反応槽１２に設けられた各種測定装置（図示略）で測定された、槽本体３８内の水温、ＴＯＣ濃度、金属元素濃度等の情報に基づいて、制御装置９２によって、金属吸着剤供給ライン６８のポンプ７０の出力を制御することによって、調整してもよい。

【００３９】

吸着処理槽１２において、第１の処理水と、有機物吸着剤、必要に応じて金属吸着剤とを攪拌、混合することによって、第１の処理水を有機物吸着剤、必要に応じて金属吸着剤で吸着処理して第２の処理水を得る。

40

吸着処理は、第２の処理水中のＴＯＣ濃度が１０ｍｇ／Ｌ以下になるまで行うことが好ましく、５ｍｇ／Ｌ以下になるまで行うことがより好ましい。第２の処理水中のＴＯＣ濃度が前記範囲の上限値以下であれば、生物応答試験を行った場合に毒性について改善の必要があると評価されにくい。

【００４０】

吸着処理槽１２で得られた有機物吸着剤を含む第２の処理水を、第２の処理水移送ライン３４を通して膜分離装置１４に移送する。

必要に応じて、凝集剤添加手段２４におけるポンプ７６を駆動させて、凝集剤貯留槽７

50

2の凝集剤を、凝集剤供給ライン74を通して膜分離装置14に供給し、膜分離装置14内の有機物吸着剤を含む第2の処理水に添加する。

【0041】

凝集剤としては、無機系凝集剤または有機系凝集剤が挙げられる。無機系凝集剤と有機系凝集剤を併用してもよい。無機系凝集剤としては、ポリ塩化アルミニウム(PAC)、塩化第二鉄、ポリ鉄等が挙げられる。有機系凝集剤としては、アニオン系高分子凝集剤、カチオン系高分子凝集剤、ノニオン系凝集剤、両性高分子凝集剤等が挙げられる。

凝集剤の添加量は、有機物吸着剤を含む第2の処理水中の有機物吸着剤や金属吸着剤の濃度に応じて調整することが好ましい。

【0042】

膜分離装置14内の有機物吸着剤を含む第2の処理水のpHは、5~8が好ましく、5.5~7.5がより好ましい。有機物吸着剤を含む第2の処理水のpHが前記範囲内であれば、凝集剤による有機物吸着剤や金属吸着剤の凝集反応が進行しやすく、有機物吸着剤や金属吸着剤を含むフロックが安定して形成される。有機物吸着剤による吸着反応を促進させる場合は、pHは、5以上8未満が好ましく、5.5~6.5がより好ましい。

有機物吸着剤を含む第2の処理水のpHは、pH測定装置90で測定された膜分離装置14内の有機物吸着剤を含む第2の処理水のpH情報に基づいて、制御装置92によって、酸供給ライン80のポンプ82およびアルカリ供給ライン86のポンプ88の出力を制御することによって、調整される。

【0043】

pH測定装置90で測定された膜分離装置14内の有機物吸着剤を含む第2の処理水のpH情報が、記憶部に記憶されたpHの設定範囲の上限値を超える場合、処理部によって、酸供給ライン80のポンプ82を駆動させ、酸貯留槽78の酸を、酸供給ライン80を通して膜分離装置14に供給し、膜分離装置14内の有機物吸着剤を含む第2の処理水に添加する。その後、pH測定装置90で測定された膜分離装置14内の有機物吸着剤を含む第2の処理水のpH情報が、記憶部に記憶されたpHの設定範囲内となったときに、処理部によって、酸供給ライン80のポンプ82を停止させる。

【0044】

pH測定装置90で測定された膜分離装置14内の有機物吸着剤を含む第2の処理水のpH情報が、記憶部に記憶されたpHの設定範囲の下限值未満である場合、処理部によって、アルカリ供給ライン86のポンプ88を駆動させ、アルカリ貯留槽84のアルカリを、アルカリ供給ライン86を通して膜分離装置14に供給し、膜分離装置14内の有機物吸着剤を含む第2の処理水に添加する。その後、pH測定装置90で測定された膜分離装置14内の有機物吸着剤を含む第2の処理水のpH情報が、記憶部に記憶されたpHの設定範囲内となったときに、処理部によって、アルカリ供給ライン86のポンプ88を停止させる。

【0045】

膜分離装置14において、有機物吸着剤を含む第2の処理水と、凝集剤とを攪拌、混合することによって、有機物吸着剤や金属吸着剤を凝集させて、有機物吸着剤や金属吸着剤を含むフロックを形成させる。

透過水移送ライン44の途中に設けられた減圧ポンプ46を駆動させることによって、透過水移送ライン44の一端に接続された膜モジュール42の分離膜の二次側が減圧状態になる。第2の処理水のみを、膜モジュール42の分離膜の減圧状態になった二次側に透過させ、第2の処理水とフロックとを分離する。

膜モジュール42の分離膜を透過した第2の処理水を、透過水移送ライン44を通して貯留槽18に移送する。

【0046】

プロア50から送気ライン52を通して散気管48に空気を送気する。膜モジュール42の下方に配置された散気管48から空気をバブリングし、膜モジュール42の分離膜の表面を洗浄する。

10

20

30

40

50

膜分離装置 14 内の有機物吸着剤を含む第 2 の処理水における有機物吸着剤や金属吸着剤の濃度が高くなった場合、フロック拔出ライン 54 の途中に設けられたフロック拔出バルブ 56 を開け、膜モジュール 42 の分離膜を透過せずに水槽 40 の底に溜まったフロックを、フロック拔出ライン 54 通って外部に抜き出す。

【0047】

貯留槽 18 において第 2 の処理水を一時貯留した後、河川、湖沼、港湾、沿岸海域等の公共用水域に放流する。貯留槽 18 に貯留した第 2 の処理水については、定期的に試料を採取して生物応答試験を行い、毒性の有無を評価することが好ましい。

【0048】

(第 2 の実施形態)

本発明の排水処理装置の第 2 の実施形態である排水処理装置 2 を用いた排水処理は、膜分離装置 14 による固液分離の代わりに、凝集沈殿槽 16 による固液分離を行う以外は、本発明の排水処理装置の第 1 の実施形態である排水処理装置 1 を用いた排水処理と同様に行われる。

【0049】

凝集沈殿槽 16 において、有機物吸着剤を含む第 2 の処理水と、凝集剤とを攪拌、混合することによって、有機物吸着剤や金属吸着剤を凝集させて、有機物吸着剤や金属吸着剤を含むフロックを形成させる。

上澄み液である第 2 の処理水と、沈殿物であるフロックとに固液分離し、第 2 の処理水を、上澄み液移送ライン 36 を通って貯留槽 18 に移送する。フロック拔出ライン 96 の途中に設けられたフロック拔出バルブ 98 を開け、凝集沈殿槽 16 の底に溜まったフロックを、フロック拔出ライン 96 通って外部に抜き出す。

【0050】

(生物応答試験)

本発明の排水処理方法においては、第 1 の処理水から採取された試料について生物応答試験を行い、毒性について改善の必要があると評価された場合に、第 1 の処理水に有機物吸着剤を添加するようにしてもよい。

具体的には、工場、事業場等からの排水を、一律排水基準を満たすように処理する処理設備において第 1 の処理水から採取された試料について、工場、事業場等内に設置された試験設備、外部の試験機関等において生物応答試験を行う。生物応答試験の結果、毒性について改善の必要があると評価された場合に、工場、事業場等の処理設備において、第 1 の処理水に有機物吸着剤を添加する等の対策を講じる。

【0051】

排水、環境水に対して適用される生物応答試験は、国内外の化学物質管理、水生生物保全に関連する制度等において幅広く用いられている。

生物応答試験においては、生物の栄養段階を考慮した魚類、無脊椎動物(甲殻類等)および藻類の 3 生物群を用いることが広く行われている。

【0052】

国際的に信頼性が確保されている生物応答試験としては、例えば、下記の試験が挙げられる。

・OECD テストガイドライン 212, "Fish, Short-term Toxicity Test on Embryo and Sac-fry Stages"

・ISO 15088:2007, "Water quality - Determination of the acute toxicity of waste water to zebrafish eggs (Danio rerio)"

・米国環境保護庁の WET 試験 1001.0, "Fathead Minnow, Pimephales promelas, embryo-larval survival and teratogenicity test method"

・カナダ環境省, "Test of Reproduction and Survival Using the Cladoceran Ceriodaphnia dubia"

10

20

30

40

50

- ・米国環境保護庁のWET試験1002.0, "Ceriodaphnia 7-day survival and reproduction test"
- ・ASTMのガイドライン, "Proposed new standard guide for conducting three brood, renewal toxicity tests with Ceriodaphnia dubia"
- ・OECDテストガイドライン201, "Freshwater Alga and Cyanobacteria, Growth Inhibition Test"
- ・ISO 8692:2004, "Water quality - Freshwater algal growth inhibition test with unicellular green algae"
- ・米国環境保護庁のWET試験1003.0, "Green alga, Selenastrum capricornutum, growth test"

10

【0053】

再現性を含めて信頼できる試験結果が得られることが国際的に広く認められている試験法とそれらに規定されている試験生物種は一定のものに限られている。また、試験生物種については、こうした試験法に由来する制約とは別に、飼育の容易さ等の実務的な制約から国内で安定して調達、利用できる種は限られている。

【0054】

我が国においては、こうした試験生物種に関する状況に加え、環境省が平成27年11月に公表した「生物応答を用いた排水管理手法への活用について」（生物応答を利用した水環境管理手法に関する検討会報告書）において提案された試験法案では、

20

・OECDテストガイドライン、米国環境保護庁（EPA）のWET試験等で国際的に信頼性が確保されている、

・短期間（比較的低コスト）で慢性毒性が評価できる、

・国内の試験機関において実行可能である、

等の点を考慮し、3生物群（魚類、無脊椎動物および藻類）について試験法案が示されている。

【0055】

この試験法案は、環境省が設置した「生物応答を利用した水環境管理手法に関する検討会」の「排水（環境水）管理のバイオアッセイ技術検討分科会」によって取りまとめられ、環境省が平成25年3月に公表した「生物応答を用いた排水試験法（検討案）」である。この試験法案では、「胚・仔魚期の魚類を用いる短期毒性試験法」、「ニセネコゼミジンコを用いるミジンコ繁殖試験法」、「淡水藻類を用いる生長阻害試験法」が示されている。

30

【0056】

「胚・仔魚期の魚類を用いる短期毒性試験法」は、OECDテストガイドライン212、ISO 15088:2007、米国環境保護庁のWET試験1001.0等を参考にした試験法であり、ゼブラフィッシュまたはメダカが推奨種とされている。

「ニセネコゼミジンコを用いるミジンコ繁殖試験法」は、カナダ環境省の試験法、米国環境保護庁のWET試験1002.0、ASTMのガイドライン等を参考にした試験法であり、ニセネコゼミジンコが推奨種とされている。

40

「淡水藻類を用いる生長阻害試験法」は、OECDテストガイドライン201、ISO 8692:2004、米国環境保護庁のWET試験1003.0等を参考にした試験法であり、ムレミカツキモが推奨種とされている。

【0057】

生物応答試験としてどの試験法を採用するかについては、生物応答試験を活用する目的等に鑑みて各事業者が適宜判断すればよい。将来、環境省が、生物を用いた水環境の評価・管理（改善）手法を正式に定めるときには、この手法に準じて生物応答試験を実施してもよい。また、生物応答試験の実施に際して3生物群（魚類、無脊椎動物および藻類）から選択することが基本となるが、常時3生物群全てを用いる必要は必ずしもない。例えば

50

、環境省が平成29年12月に公表した「生物を用いた水環境の評価・管理（改善）手法の技術的事項に関する現時点での整理（平成29年11月末時点）」には「生物応答試験の実施に際して3生物群（魚類、無脊椎動物及び藻類）から選択することが基本となるが、常時3生物群全てを用いる必要は必ずしもない。諸外国の事例等を踏まえると、一部の生物種の試験を省略することに一定の合理性があると考えられる場合としては、例えば、排水性状が安定している場合において、過去に連続してある生物種を用いた試験で生態影響がみられないと判断された場合などがある。また、この他には、排水の排出先の水域の状況等を考慮することもある。」とある。

【0058】

生物応答試験の結果をどのように評価するかについても、生物応答試験を活用する目的等に鑑みて各事業者が適宜判断すればよい。例えば、環境省が平成29年12月に公表した「生物を用いた水環境の評価・管理（改善）手法の技術的事項に関する現時点での整理（平成29年11月末時点）」には「事業者が、排水に対して用いた生物応答試験の結果をどのように評価・解釈するのかは、本手法を活用する自身の目的等に鑑みて各事業者が判断する必要がある。」とあり、評価基準の一例としては、排水放流先の水生生物保全の目的で手法を用いる際には「排水放流先の水域の実態と関連付けて算出される任意の影響評価値（TU値など）を置く。」とある。

10

【0059】

ここで、TU（Toxic Unit）は、生物応答試験において最大無影響濃度（NOEC）を決定した際に、 $TU = 100 / NOEC$ により算出される量である。TUが大きいほど毒性が強いことを示す。

20

また、NOECは、下記のように定義される。

生物応答試験で得られた影響指標値について、対照区（ブランク、試験濃度0%）と比較して統計学的に有意な低下が認められた最も低い試験濃度を最小影響濃度（LOEC）、その一つ下の試験濃度を最大無影響濃度（NOEC）とする。試験濃度は、無希釈の試料（第1の処理水）の濃度を100%としたとき、希釈倍率を公比2とする5濃度区（80%、40%、20%、10%および5%）を基本とする。

すなわち、NOECが大きい（TUが小さい）ということは、試料（第1の処理水）の希釈が不十分でも毒性が小さく、生物に与える影響が小さいことを示す。一方、NOECが小さい（TUが大きい）ということは、試料（第1の処理水）を放流する際には希釈倍率をかなり大きくする必要があり、言い換えれば、公共用水域に放流した際の通常の希釈倍率では、毒性が大きく、生物に与える影響が大きいことを示す。

30

【0060】

環境省が平成27年11月に公表した「生物応答を用いた排水管理手法への活用について」（生物応答を利用した水環境管理手法に関する検討会報告書）には、試験結果の評価について「現行の排水規制では、排水の水質は、公共用水域に排出されると、そこを流れる河川水等により、排水口から合理的な距離を経た公共用水域において、通常少なくとも10倍程度に希釈されると想定されることに基づき、排水基準は原則として、環境基準の10倍値に設定されている。この排水基準の設定の考え方を踏まえ、排水に対する3種類の生物応答試験結果のいずれかにおいて、排水の毒性を無影響にするために必要な希釈倍率が10倍を超過する場合（排水を10倍以上に希釈しないと排水の毒性が無影響にならない場合）、すなわち、最大無影響濃度NOEC（%）の逆数 $TU（Toxic Unit）= 100 / NOEC$ ）が10を超過する場合、その排水について、改善の必要があると評価することが想定される。」とある。

40

したがって、第1の処理水について毒性について改善の必要があると評価する基準の一例としては、生物応答試験の結果、TUが10超となることが挙げられる。

【0061】

（他の実施形態）

本発明の排水処理方法は、一律排水基準を満たすように排水を処理して得られた第1の処理水に、有機物吸着剤を添加して第2の処理水を得て、第2の処理水と有機物吸着剤と

50

を固液分離する方法であればよく、図示例の排水処理装置を用いた方法に限定はされない。

例えば、金属吸着剤の添加および凝集剤の添加のいずれか一方または両方を省略してもよい。

膜分離装置 1 4 内の有機物吸着剤を含む第 2 の処理水の pH の調整を省略してもよい。

【0062】

(作用機序)

以上説明した本発明の排水処理方法にあつては、一律排水基準を満たすように排水を処理して得られた第 1 の処理水に、有機物吸着剤を添加して第 2 の処理水を得て、第 2 の処理水と有機物吸着剤とを固液分離しているため、第 1 の処理水中の有機物が有機物吸着剤に吸着されて、有機物が低減された第 2 の処理水が得られる。また、第 1 の処理水中の金属元素も有機物吸着剤に吸着されて、金属元素が低減された第 2 の処理水が得られる。その結果、生物に影響を与える様々な毒性の要因が低減された処理水を得ることができる。

10

【0063】

また、第 1 の処理水から採取された試料について生物応答試験を行い、毒性について改善の必要があると評価された場合に、第 1 の処理水に有機物吸着剤を添加するようにすれば、有機物吸着剤の使用量を節約でき、生物に影響を与える様々な毒性の要因が低減された処理水を低コストで得ることができる。

また、有機物吸着剤を含む第 2 の処理水に凝集剤を添加すれば、固液分離の効率化および処理水の水質向上が期待できる。また、有機物吸着剤、金属吸着剤で吸着できなかった懸濁物質に由来する、生物影響がある物質の除去効果も期待できる。

20

また、第 1 の処理水に金属吸着剤をさらに添加すれば、金属元素がさらに低減された第 2 の処理水が得られる。

【実施例】

【0064】

以下、実施例に基づいて本発明をさらに具体的に説明するが、本発明はその要旨を超えない限り、以下の実施例に制限されるものではない。

【0065】

(処理水の分析)

試料(第 1 の処理水および第 2 の処理水)の pH、TOC 濃度、金属元素(アルミニウム、カドミウム、鉄、亜鉛)濃度は、JIS K 0102:2013「工場排水試験方法」に準拠して測定した。

30

【0066】

(生物応答試験)

生物応答試験としては、環境省が平成 25 年 3 月に公表した「生物応答を用いた排水試験法(検討案)」における「胚・仔魚期の魚類を用いる短期毒性試験法」、「ニセネコゼミジンコを用いるミジンコ繁殖試験法」、「淡水藻類を用いる生長阻害試験法」を採用した。

【0067】

(胚・仔魚期の魚類を用いる短期毒性試験法)

試験には、受精後 4 時間以内のゼブラフィッシュ(Danio rerio)の胚(受精卵)を用いた。

40

試験用水には、活性炭で脱塩素処理した水道水を用いた。pH は 6.5 ~ 8.5、溶存酸素は飽和酸素濃度の 80% 以上とした。

試験溶液は、試験濃度ごとに、試料(第 1 の処理水または第 2 の処理水)を試験用水で希釈して調製した。試験濃度(試験溶液中の試料の濃度)は、希釈倍率を公比 2 とする 5 濃度区(80%、40%、20%、10%および 5%)とした。対照区(ブランク、試験濃度 0%)の試験溶液には、試験用水を用いた。

【0068】

試験条件は、下記の通りとした。

・ばく露方式：半止水式(2 日ごとに換水)。

50

・ばく露期間：対照区において50%を超える胚（受精卵）がふ化した日から5日後まで（ゼブラフィッシュの場合、ばく露開始から8～10日間となる）。

- ・繰返し数：1つの濃度区あたり4容器。
- ・供試卵数：1つの容器あたり15粒。
- ・試験溶液量：50mL / 容器。
- ・試験温度：26 ± 1 。
- ・照明：室内光で明期16時間、暗期8時間。
- ・給餌：なし。
- ・通気：なし。

【0069】

ばく露開始から24時間ごとに、すべての試験容器について試験生物を観察し、生死およびふ化した胚体数を記録した。

試験終了後、試験の有効性は、下記条件から判断した。

- ・対照区におけるふ化率が80%以上であること。
- ・対照区におけるばく露終了時の生存率が70%以上であること。
- ・対照区における溶存酸素がばく露期間を通して飽和酸素濃度の60%以上であること。

【0070】

試験から得られたデータをもとに、「生物応答を用いた排水試験法（検討案）」の「2.6.1 影響指標の算出」に記載の方法によってふ化率、ふ化後生存率、生存率および生存指標を試験容器ごとに算出した。

影響指標値（ふ化率、ふ化後生存率、生存率または生存指標）について後述する統計解析を行い、NOECを決定した。

TU（=100 / NOEC）を算出した。TUが10超となった場合、試料（第1の処理水または第2の処理水）について毒性について改善の必要があると評価した。

【0071】

（ニセネコゼミジンコを用いるミジンコ繁殖試験法）

試験には、ニセネコゼミジンコ（*Ceriodaphnia dubia*）を用いた。

試験用水には、活性炭で脱塩素処理した水道水を用いた。水温を25 ± 1 に調整し、溶存酸素が飽和酸素濃度の90～100%になるようにした。

試験溶液は、試験濃度ごとに、試料（第1の処理水または第2の処理水）を試験用水で希釈して調製した。試験濃度（試験溶液中の試料の濃度）は、希釈倍率を公比2とする5濃度区（80%、40%、20%、10%および5%）とした。対照区（ブランク、試験濃度0%）の試験溶液には、試験用水を用いた。

【0072】

試験条件は、下記の通りとした。

- ・ばく露方式：半止水式（2日ごとに換水）。
- ・ばく露期間：最長8日間（対照区で60%以上の個体が3腹以上産仔するまで）。
- ・繰返し数：1つの濃度区あたり10容器。
- ・供試生物数：1つの濃度区あたり10個体（1つの容器あたり1個体）。
- ・試験溶液量：15mL / 容器。
- ・試験温度：25 ± 1 。
- ・照明：室内光で明期16時間、暗期8時間。
- ・餌：適量のYCTおよび単細胞緑藻類を毎日与えた。給餌量は、1日1個体あたり、YCTを50 μL、藻類濃縮液を有機炭素換算量で0.02～0.05mgCを目安とした。

【0073】

一連のシングルカルチャー（個別飼育）から、個体を十分数含む飼育容器を10個用意した。同じ親個体から産まれた同一腹仔の仔虫を1個体ずつ、1個の飼育容器から対照区と各濃度区の試験容器に移し入れた。同様に、各飼育容器（残り9個）から対照区と各濃度区の試験容器（各残り9個）に仔虫を投入した。この時点进行ばく露開始とした。

毎日、試験容器ごとに供試個体（親個体）の生死の観察および産まれた仔虫の計数を行った。

毎日の操作の終了後、対照区における産仔数を集計し、60%以上の供試個体で3腹以上の産仔が確認された日をもって、試験を終了した。ただし、ばく露期間は最長8日間とした。

試験終了後、試験の有効性は、下記条件から判断した。

- ・対照区における親個体の死亡率が20%以下であること。
- ・対照区における供試個体の60%以上が最大8日間で3腹分の産仔をすること。
- ・対照区における3腹分の合計産仔数が平均して15個体以上であること。
- ・対照区において休眠卵の生産が確認されないこと。

10

【0074】

対照区における供試個体の60%以上が仔虫を3腹産んだ時点において、濃度区においても3腹分の産仔数を試験容器ごとに集計し、各濃度区で平均値を算出した。

影響指標値（産仔数）について後述する統計解析を行い、NOECを決定した。

TU（ $=100/NOEC$ ）を算出した。TUが10超となった場合、試料（第1の処理水または第2の処理水）について毒性について改善の必要があると評価した。

【0075】

（淡水藻類を用いる生長阻害試験法）

試験には、ムレミカツキモ（*Pseudokirchneriella subcapitata*）を用いた。

20

培地としては、OECDテストガイドライン201に示されたOECD培地を用いた。

試験溶液は、試験濃度ごとに、試料（第1の処理水または第2の処理水）を培地で希釈して調製した。試験濃度（試験溶液中の試料の濃度）は、希釈倍率を公比2とする5濃度区（80%、40%、20%、10%および5%）とした。対照区（ブランク、試験濃度0%）の試験溶液には、培地を用いた。

【0076】

試験条件は、下記の通りとした。

- ・ばく露方式：止水式、振とう培養（100rpm）。
- ・ばく露期間：72時間。
- ・繰り返し数：1つの濃度区あたり3容器。対照区は6容器。
- ・初期生物量： $5 \times 10^3 \text{ cells/mL}$ 。
- ・試験溶液量：100 mL / 容器。
- ・試験温度： 22 ± 2 。
- ・照明：蛍光灯光、24時間明期、試験容器内の液面付近の光強度 $65 \sim 75 \mu\text{mol/m}^2/\text{s}$ 。

30

【0077】

前培養した供試藻類の生物量を測定し、試験溶液中の初期生物量が $5 \times 10^3 \text{ cells/mL}$ となるように、前培養液（藻類懸濁液）の所定量を各試験容器の試験溶液に添加した。ばく露開始から24時間後、48時間後および72時間後（ばく露終了時）に、各試験容器から試験溶液を適量採取し、粒子計数装置を用いて生物量を測定した。

40

試験終了後、試験の有効性は、下記条件から判断した。

- ・対照区の生物量がばく露期間中に少なくとも16倍増加すること。
- ・対照区の毎日の生長速度の変動係数（平均値）がばく露期間を通じて35%を超えないこと。
- ・対照区の繰り返し間の生長速度の変動係数が7%を超えないこと。

【0078】

対照区および各濃度区について、ばく露開始時からばく露終了時までの生長速度を、「生物応答を用いた排水試験法（検討案）」の「4.6.1 生長速度の算出」に記載の方法によって算出した。

各濃度区・各容器について、対照区の生長速度の平均値（ μ_c ）と各濃度区の生長速度

50

(μ_t)に基づいて、次式により生長阻害率(I_μ)を算出した。

$$I_\mu = (\mu_c - \mu_t) / \mu_c \times 100$$

影響指標値(ばく露開始時からばく露終了時までの生長速度)について後述する統計解析を行い、NOECを決定した。

TU(=100/NOEC)を算出した。TUが10超となった場合、試料(第1の処理水または第2の処理水)について毒性について改善の必要があると評価した。

【0079】

(統計解析によるNOECの決定)

生物応答試験で得られた影響指標値について、有意差検定を行った。有意差検定は、対照区と複数濃度区を比較する多重比較法によって行った。解析手順は、下記の通りとした。10

(i) Bartlett検定によって試験区間(対照区を含む)の等分散性を検定した。

(ii) 前記(i)で等分散性が認められた場合、パラメトリックによる一元配置分散分析(ANOVA)によって試験区間内に有意差があるか検定した。

(iii) 前記(ii)で有意差が認められた場合、Dunnettの多重比較検定によって対照区と濃度区間の有意差を検定し、有意差が認められた最低濃度区を最小影響濃度(LOEC)、その一つ下の濃度区を最大無影響濃度(NOEC)とした。前記(ii)または多重比較検定で有意差が認められなかった場合、NOECは最高濃度区以上とした。

(iv) 前記(i)で等分散性が認められない場合、データを変換(比率データはArcsine変換、連続データはLog変換)して再度等分散性を検定した。等分散性が認められた場合は前記(ii)を実施した。20

(v) 前記(iv)で有意差が認められた場合、ノンパラメトリックによるKruskal-Wallisの順位和検定によって試験区間内に有意差があるか検定した。

(vi) 前記(v)で有意差が認められた場合、Steelの多重比較検定によって対照区と濃度区間の有意差を検定し、有意差が認められた最低濃度区をLOEC、その一つ下の濃度区をNOECとした。(iv)または多重比較検定で有意差が認められなかった場合、NOECは最高濃度区以上とした。

【0080】

(比較例1)

製薬工場事業所からの排水を、一律排水基準を満たすように処理して得られた第1の処理水を用意した。30

第1の処理水の分析結果および第1の処理水を用いた生物応答試験の結果を表1に示す。また、「淡水藻類を用いる生長阻害試験法」における生長阻害率を表2に示す。

【0081】

(比較例2)

1Lのポリプロピレン容器に第1の処理水の700mLを入れた。第1の処理水に凝集剤(ポリ塩化アルミニウム)の100mgを添加した。容器内の第1の処理水の温度を25、第1の処理水のpHを6.5~7.5の間に調整し、攪拌速度140rpmで2時間攪拌した。30分間静置し、沈降による固液分離を行った。上澄み液をフィルター(孔径0.22μm)でろ過し、ろ液(第2の処理水)を得た。40

第2の処理水の分析結果および第2の処理水を用いた生物応答試験の結果を表2に示す。なお、比較例1の第1の処理水を用いた生物応答試験においては、「淡水藻類を用いる生長阻害試験法」のみで毒性について改善の必要があると評価されたため、比較例2の第2の処理水を用いた生物応答試験においては、「淡水藻類を用いる生長阻害試験法」のみを行い、生長阻害率のみを求めた。

【0082】

(実施例1)

1Lのポリプロピレン容器に第1の処理水の700mLを入れた。第1の処理水に粉末活性炭の70gを添加した。容器内の第1の処理水の温度を25、第1の処理水のpH

10

20

30

40

50

を 6 . 5 ~ 7 . 5 の間に調整し、攪拌速度 1 4 0 r p m で 2 時間攪拌した。 3 0 分間静置し、沈降による固液分離を行った。上澄み液をフィルター（孔径 0 . 2 2 μ m ）でろ過し、ろ液（第 2 の処理水）を得た。

第 2 の処理水の分析結果および第 2 の処理水を用いた生物応答試験の結果を表 2 に示す。なお、比較例 1 の第 1 の処理水を用いた生物応答試験においては、「淡水藻類を用いる生長阻害試験法」のみで毒性について改善の必要があると評価されたため、実施例 1 の第 2 の処理水を用いた生物応答試験においては、「淡水藻類を用いる生長阻害試験法」のみを行い、生長阻害率のみを求めた。

【 0 0 8 3 】

【表 1】

	pH	TOC 濃度 [mg/L]	金属元素濃度				胚・仔魚期の魚類を用いる短期毒性試験法		ニセネコゼミジンコを用いるミジンコ繁殖試験法		淡水藻類を用いる生長阻害試験法	
			Al [μg/L]	Cd [μg/L]	Fe [μg/L]	Zn [μg/L]	NOEC [%]	TU [-]	NOEC [%]	TU [-]	NOEC [%]	TU [-]
比較例 1	7	36.3	65	12	110	68	40	2.5	10	10	5	20
第 1 の処理水												

10

20

30

40

50

【 0 0 8 4 】

【表 2】

		pH	TOC	金属元素濃度				淡水藻類を用いる 生長阻害試験法 (試験濃度 80%)
				Al	Cd	Fe	Zn	
				[$\mu\text{g/L}$]	[$\mu\text{g/L}$]	[$\mu\text{g/L}$]	[$\mu\text{g/L}$]	生長阻害率[%]
比較例 1	第1の処理水	7	36.3	65	12	110	68	87
比較例 2	第2の処理水 (凝集剤)	7	20.6	81	<2	44	18	13
実施例 1	第2の処理水 (粉末活性炭)	7	8.8	10	<2	10	17	0

10

【 0 0 8 5 】

凝集剤または活性炭の添加によって、TOCおよび金属元素の低減が見られた。また、生長阻害率の低減も確認された。特に、活性炭の添加による低減効果が高いことがわかった。これらの結果から、一律排水基準を満たすように排水を処理して得られた第1の処理水に対しては、活性炭を添加することによって、生物に影響を与える様々な毒性の要因が低減された処理水を得ることができることがわかった。

【産業上の利用可能性】

20

【 0 0 8 6 】

本発明の排水処理方法は、一律排水基準を満たすように排水を処理して得られたが、生物応答試験を行った結果、毒性について改善の必要があると評価された第1の処理水の再処理方法として有用である。

【符号の説明】

【 0 0 8 7 】

- 1 0 一次処理手段、
- 1 2 吸着処理槽、
- 1 4 膜分離装置、
- 1 6 凝集沈殿槽、
- 1 8 貯留槽、
- 2 0 有機物吸着剤添加手段、
- 2 2 金属吸着剤添加手段、
- 2 4 凝集剤添加手段、
- 2 6 pH調整手段、
- 3 0 排水導入ライン、
- 3 2 第1の処理水移送ライン、
- 3 4 第2の処理水移送ライン、
- 3 6 上澄み液移送ライン、
- 3 8 槽本体、
- 4 0 水槽、
- 4 2 膜モジュール、
- 4 4 透過水移送ライン、
- 4 6 減圧ポンプ、
- 4 8 散気管、
- 5 0 プロア、
- 5 2 送気ライン、
- 5 4 フロック拔出ライン、
- 5 6 フロック拔出バルブ、
- 6 0 有機物吸着剤貯留槽、

30

40

50

- 6 2 有機物吸着剤供給ライン、
- 6 4 ポンプ、
- 6 6 金属吸着剤貯留槽、
- 6 8 金属吸着剤供給ライン、
- 7 0 ポンプ、
- 7 2 凝集剤貯留槽、
- 7 4 凝集剤供給ライン、
- 7 6 ポンプ、
- 7 8 酸貯留槽、
- 8 0 酸供給ライン、
- 8 2 ポンプ、
- 8 4 アルカリ貯留槽、
- 8 6 アルカリ供給ライン、
- 8 8 ポンプ、
- 9 0 p H測定装置、
- 9 2 制御装置、
- 9 4 槽本体、
- 9 6 フロック拔出ライン、
- 9 8 フロック拔出バルブ。

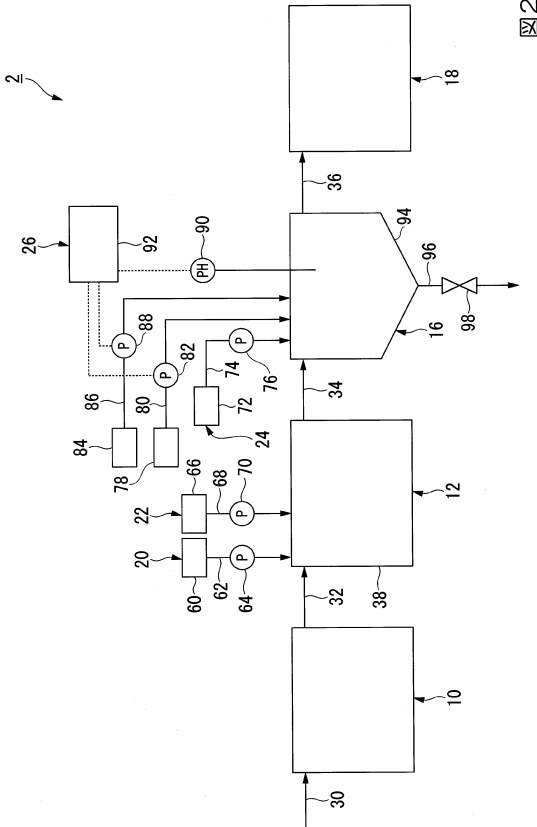
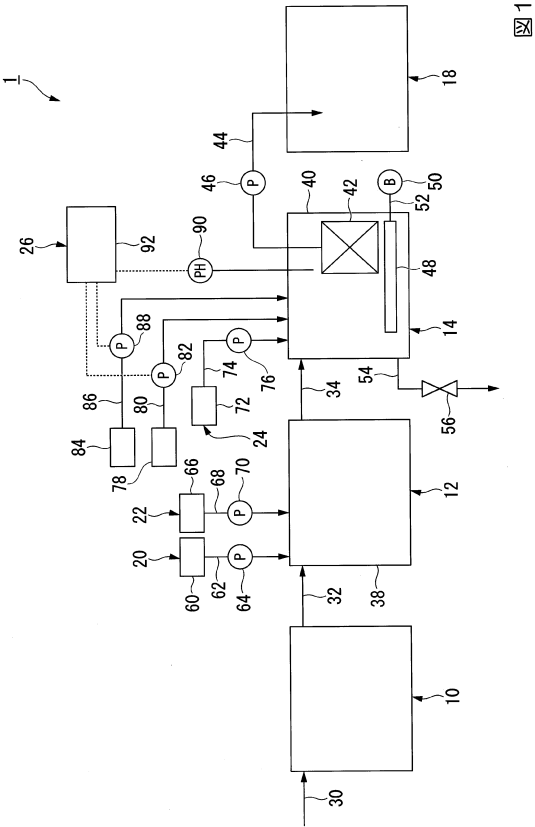
10

【図面】

20

【図 1】

【図 2】



30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類 F I
C 0 2 F 1/42 H

(72)発明者 新野 竜大
東京都千代田区内神田一丁目 1 3 番 4 号 株式会社 L S I メディエンス内

(72)発明者 山口 直子
東京都千代田区内神田一丁目 1 3 番 4 号 株式会社 L S I メディエンス内

審査官 富永 正史

(56)参考文献 特開 2 0 1 6 - 1 6 5 6 8 8 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 6 / 1 7 0 4 6 0 (W O , A 1)
特開 2 0 0 9 - 0 6 6 5 0 8 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 1 / 0 3 0 3 8 7 1 (U S , A 1)
特開 2 0 1 7 - 0 1 8 8 4 3 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
C 0 2 F 1 / 2 8
C 0 2 F 1 / 4 2
C 0 2 F 1 / 4 4
C 0 2 F 1 / 5 2 - 1 / 5 6
C 0 2 F 9 / 0 0 - 9 / 1 4
B 0 1 D 2 1 / 0 0 - 2 1 / 3 4
B 0 1 D 6 1 / 0 0 - 7 1 / 8 2