

紫外線照射・凝集剤添加高度水質改善手法技術（公益財団法人国際科学振興財団バイオエコ技術開発研究所、特定非営利活動法人バイオエコ技術研究所）の技術概要

技術概要

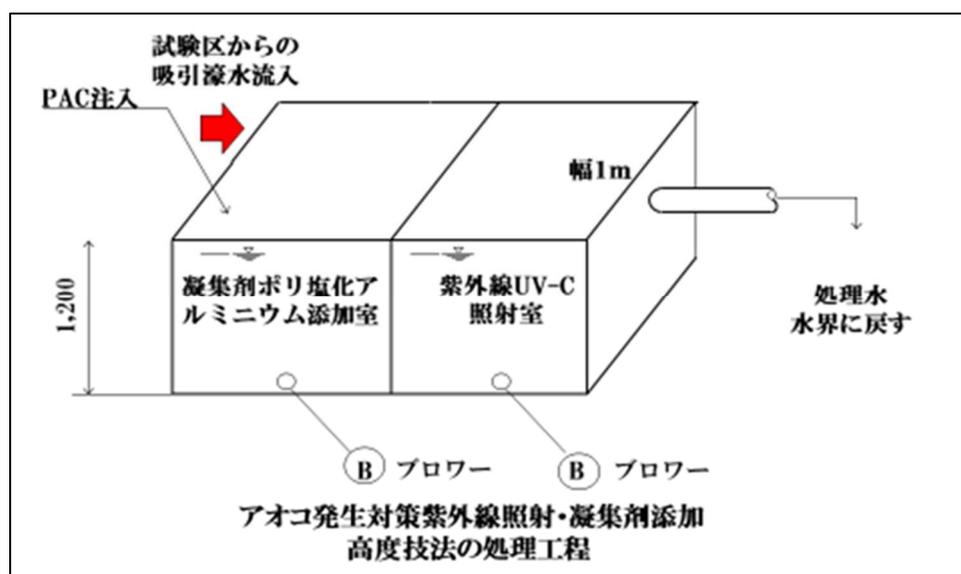
技術の仕様・製品
データ

【概要】

- 藍藻類等（Chl-a 10 µg/L～2,000 µg/L 程度）を除去して水質を浄化する水質改善技法である。
- 藍藻類を含んだ藻類含有水を取水し、凝集剤を混合、攪拌しながら紫外線を照射する方法である。
- 紫外線照射を凝集剤添加と同時に行うことにより、アオコを殺藻して除去し、水中の窒素、リンを除去してアオコの増殖抑制因子を削減して、かつ、Chl-a の濃度を下げてアオコの発生を効果的に抑制することが確実に可能となる。

【仕様】

- 藍藻類を含んだ藻類含有水を取水し、凝集剤を混合、攪拌しながら紫外線を照射する方法であり、処理後の処理水は沈殿することなく水域に直接放流するものである。
- 浄化システム装置は、凝集剤ポリ塩化アルミニウム添加室、紫外線 UV-C 照射室の 2 槽、及び試験区、対照区のオイルフェンス、吸引フロートポンプ、浄化施設処理水搬送配管において構成される。
- 各槽に、槽内の混合・攪拌を促進させる目的でブローワーを設置する。
- 取水ポンプは、フロート式取水ポンプを濠内に設置し、濠水を吸引し、浄化システム装置に流入させる。
- 浄化システムの装置概要は、以下の図に示す通りである。



<p>特徴・長所・セールスポイント・先進性</p>	<p>【特徴】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 藍藻類を含んだ水を毎分 150 L 前後取水し、水質浄化装置は、凝集剤混合手段と、紫外線照射手段をまとめて 1 つの手段としている事が特徴である。また、紫外線の波長が 200 nm～280 nm で、特に 253.7 nm を中心とすることを特徴とする。 ● 凝集剤は一般的な、硫酸アルミニウム、ポリ塩化アルミニウム、硫酸第一鉄、硫酸第二鉄、塩化第二鉄、ポリ塩化鉄及び高分子凝集剤から選択される少なくとも 1 以上の凝集剤を用いる。 ● 対象とする藍藻類等の藻類量は、Chl-a にして 10 µg/L～2,000 µg/L 程度である。 <p>【新規性・先進性】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● アオコを増殖抑制する技術、或いは除去する技術として、汲み上げ濾過方法（湖沼水を汲み上げ、アオコを漉し取って水を戻し、アオコを脱水して処分する方法）、水車や水中ポンプなどで水流を攪拌させる方法、硫酸銅などの殺藻剤を使用する方法、紫外線をアオコに照射して殺藻する紫外線照射法、深層曝気法など様々な技術が開発されている。 ● 本技術のアオコの浄化方法は、アオコ含有水にマグネシウムイオン供給剤を添加して紫外線を照射するが、マグネシウムイオン供給剤と接触させる処理法と生物学的処理法と紫外線照射法の 3 種類の方法を組み合わせて利用するため、処理装置が複雑化し、製作やメンテナンスに手間がかかる。そのため、よりシンプルな構成で 低コストかつ即効性のある実用的な方法が求められる。 ● 凝集剤を使用してアオコを凝集沈殿させる方法があるが、アオコを除去するためには、アオコを殺滅して発生を抑制するために湖沼等の富栄養化を防止する対策、特に窒素、リン、Chl-a などの原因物質の濃度を低下させる根本的な対策が必要となる。そのため、アオコ除去と同時に、湖沼等の富栄養化を防止する方法が望まれる。 ● 上記の点を踏まえ、凝集剤の添加と共に紫外線照射することにより、アオコを殺滅して除去し、かつ、水中の窒素、リン、Chl-a の濃度を下げてアオコの発生を効果的に抑制する水質浄化装置及び水質浄化方法を提供するものである。他の開発技法に対して、新規性、獨創性、優位性があるものである。
<p>技術の原理</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 紫外線照射を凝集剤添加と同時に行うことにより、紫外線照射によるアオコ細胞の死滅化と死滅化細胞の凝集剤による効果的浄化を図る。 ● 対象水域よりポンプアップした水中のアオコを紫外線照射で効率よく死滅させ、凝集剤を添加することで凝集させると同時に溶存リンも凝集して水中から除去したうえで沈殿物も含め全て水域に回帰させる。 ● 凝集剤は一般的な、硫酸アルミニウム、ポリ塩化アルミニウム、硫酸第一鉄、硫酸第二鉄、塩化第二鉄、ポリ塩化鉄、高分子凝集剤から選択される少なくとも 1 以上の凝集剤を用いる。 ● 紫外線は、波長ごと分類され、特に、近紫外線は UV-A (400 nm -315 nm)、UV-B (315 nm -280 nm) 及び UV-C (280 nm -200 nm) の 3 つに分けられているが、地球上にはオゾン層によって UV-C 以下の波長の電磁波は到達し得ない。これに伴い、藍藻類は UV-A 及び UV-B 波長に対して吸光度が最大となる Mycosporine 様アミノ酸や Scytonemin 等の物質を用いて紫外線に対抗しているという報告がある。このことから、上記物質の最大吸収波長よりも短い

	UV-C (253.7 nm) を用いたアオコ処理技法である。
技術の開発状況 ・納入実績	環境省「平成 31 年度皇居外苑濠における濠水管理技術実証試験業務」において実証
環境保全効果	本水環境再生保全技法は、Chl-a を効果的に除去し、湖沼、池沼のアオコ藍藻類を効果的に殺滅することで、水域の環境を再生し、水質を確実に改善するものである。
副次的に発生する環境影響	<p>本技術の周辺環境への影響について、特段認められない。</p> <ul style="list-style-type: none"> ●水量: 水を循環させながら浄化するため、水量への影響は生じない。 ●生態系: 本技術で使用する凝集剤は水道水の浄水過程でも使用されており、生物への安全性は確認されている。 ●騒音: 本装置は大掛かりな駆動部を有しないため、騒音は発生することはない。 ●凝集剤: 使用する凝集剤 (PAC) は酸性であり、注入量が過剰になると処理水が酸性になり、放流先にも影響を及ぼす可能性はあるが、適切な凝集沈殿処理を実施することにより、pH が大きく低下することなく環境リスクが生じない。また、本技術で使用する凝集剤は水道水の浄水過程でも使用されており、生物への安全性は確認されている。浄化システム装置の流出水の溶解性アルミニウム濃度は 0.07mg/L 以下程度であるため、環境リスクに対しては全く問題ないレベルである。
実証項目 (安) 及びコスト概算	<p>本技術は、「<u>既存データによる実証</u>」を希望している。</p> <p>以下に既存データの試験概要、技術的条件、実証項目、実証結果及びコスト概算を示す。</p> <p>【試験概要】</p> <p>皇居外苑和田倉濠における濠水を吸引して、紫外線照射・凝集剤添加技法で浄化する試験方法にて実施した。試験期間は、2019 年 6 月 24 日～2019 年 10 月 10 日で実施した。藻類の発生は夏季であることから、この点を踏まえて試験期間を設定した。</p> <p>【技術的条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ●浄化システム装置は、皇居における観光客など公園利用者への配慮から、和田倉門外交番裏の空きスペースに設置した。 ●浄化システム装置の施設規模から、浄化対象範囲(試験区)を以下の①～⑤に設定した。 <p>①浄化装置の 1 日あたりの処理量 約 180 m³ (0.12 m³/min×60×24) から、台風の影響による修復も踏まえて 9 月 12 日に、約 288 m³ (0.2 m³/min×60×24) に変更した。</p> <p>吸引ポンプは処理機能を左右する重要な要因であるが、当初の 0.12 m³/min、50 ヘルツ仕様のため、処理特性の分析解析評価から吸引力が低いと判断されたことから、吸引能力を増加させ処理機能を高めるために吸引能力を大きいものに変更することとした。</p> <p>②本浄化システムは、浮上アオコを対象としていることから、表層 (10 cm) に浮遊するアオコ処理を含めて、1 日 24 hr の連続処理で全量処理可能なエリア (幅 20 m×長さ 80 m) を試験区に設定 (幅 20 m×長さ 80 m×表層 0.1 m=160 m³<180 m³) し処理した。</p> <p>③試験区外への浄化効果の影響範囲を把握するために、試験区に隣接して対照区を設置した (幅 10 m×長さ 80 m)。</p>

- ④ 対照区の表層水を含め浄化装置が直接取水することがないように、試験区と対照区間に表層の水交換を抑制するためのフェンスを設置した。
- ⑤ 試験区・対照区以外の区域から、風等により、試験区・対照区にアオコが吹き寄せられる、または逆に、試験区・対照区からアオコが離散することを防ぐために、対照区とその他区域間もフェンスを設置して、表層及び中層の水交換を抑制した。

【実証項目】

実証項目は、以下のとおりである。（**太字赤字**は主項目）

気温、水温、**透明度**、BOD、COD、SS、**総リン**、アンモニウム態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素、有機態窒素、オルトリン酸態リン、**クロロフィル a**、pH、総窒素、**アルミニウム**、**溶解性アルミニウム** の計 17 項目

【実証における数値】

「皇居外苑濠水環境改善計画（第 2 期皇居外苑濠水質改善計画）：平成 28 年 3 月環境省自然環境局皇居外苑管理事務所」において、「水質改善目標値」を以下の表として設定した。

指標	目標値	期間
透明度	1 m	7 月中旬～9 月上旬
Chl-a	25 µg/L	〃
T-P	0.05 mg/L	〃

【実証結果】

上記の【実証項目】の主項目による結果

- 和田倉濠水の透明度は目標値 100 cm より低かった。原水は平均 59.3 cm、試験区流出水 70.0 cm 以上となる。なお、試験最終段階では 100 cm となった。
- 和田倉濠水の T-P の濃度は目標値 0.050 mg/L より低かった。原水は平均 0.032 mg/L、試験区流出水 0.023 mg/L 程度以下となる。
- 和田倉濠水の Chl-a の濃度は目標値 25.0 µg/L より低かった。原水は平均 20.0 µg/L、試験区流出水 12.0 µg/L 程度以下となる。
- 浄化システム装置流出水の溶解性アルミニウムは 0.07 mg/L 程度以下であった。底泥のアルミニウムは試験期間前後で変化は認められなかった。

【コスト概算】

既存データによる実証を希望しているため、コスト概算の記載はなし。

※追加試験が必要と判断された場合、試験に係る費用等の負担について承諾済。

自社による試験方法及びその結果

- 千波湖のアオコ採取時期は 2018 年 8 月～10 月であり、Chl-a 濃度は 250 - 2,000 µg・mL⁻¹ であった。このアオコを用いて紫外線照射及び凝集剤の添加効果を解析評価した。
 - ・試験に用いた千波湖アオコ含有水は、pH が 10.56、Chl-a の濃度は 1,500 µg/L、溶解性リンの濃度は 0.023 mg/L、溶解性窒素は 0.85 mg/L であり、アオコ含有水の色は全体的に緑色に濁り過度に富栄養化していた。

- ・紫外線照射・凝集剤添加条件での殺藻効果については、千波湖のアオコを、容積約 1 L の UV-C 紫外線ランプ投入用透明円筒容器に入れ、紫外線照射時間・凝集剤添加モル比をかえた条件で試験した。
- ・紫外線照射とポリ塩化アルミニウム (PAC) 添加で、アオコは浮上することなく、効果的に沈殿した。試験 7 日後には紫外線照射の処理水の Chl-a の濃度は低下し、ポリ塩化アルミニウム (PAC) の Chl-a の濃度も 7 日後には著しく低下し、95 % 近く除去できた。
- 以上の結果から一旦アオコ細胞が紫外線により破壊されると、7 日程度経過後に Chl-a の濃度が大幅に減少低下することがわかった。なお、経日変化の評価から紫外線照射 1 分でもアオコ細胞が破壊ダメージを受け 2~3 日後には死滅化が起こることが確認された。
- このことを本実証試験において解析評価するために、紫外線照射の効果について、Chl-a の除去特性に着目して、①浄化装置流入水、②浄化装置紫外線照射のみ処理直後水、③浄化装置紫外線照射のみ処理 1 週間後水で比較解析した。
 - ・その結果、Chl-a は①23 $\mu\text{g/L}$ 、②7 $\mu\text{g/L}$ 、③3 $\mu\text{g/L}$ であった。
 - ・①の浄化装置流入水 23 $\mu\text{g/L}$ に対して、②の浄化装置紫外線照射のみ処理直後水で 7 $\mu\text{g/L}$ と 87% の除去率であったが、③の浄化装置紫外線照射のみ処理 1 週間後水では 3 $\mu\text{g/L}$ で 97% の除去率であった
 - ・基盤試験の成果は実証試験の結果を裏付けていた。

出典①: アオコ対策としての紫外線照射凝集剤添加法による有害藻類・リン・クロロフィル a 同時除去環境再生システム 日本水環境学会 (2019.3)

出典②: 紫外線照射・凝集剤添加技法による皇居お濠水質改善と水上太陽光発電との組み合わせに向けた革新システムの開発 日本水処理生物学会(2019.11)