

環境省

平成30年度環境技術実証事業

湖沼等水質浄化技術分野

実証報告書

平成31年3月

実証機関 : 一般社団法人 埼玉県環境検査研究協会
技術(実証対象技術) : 天然鉱石ルミライトを用いた湖沼環境浄化処理
(散布施工による浄化)
実証申請者 : ルミライトジャパン株式会社
実証番号 : 080-1803
試験実施場所 : 明石公園



本実証報告書の著作権は、環境省に属します。

目 次

■全体概要	2
1. 実証対象技術の概要	2
2. 実証の概要	2
3. 実証結果	3
■ 本 編	6
1 導入と背景、実証の実施体制	6
1.1 導入と背景	6
1.2 実証参加組織と実証参加者の責任分掌	6
2 実証対象技術及び実証対象機器の概要	8
2.1 実証対象技術の原理と機器構成	8
2.2 実証対象技術の仕様と処理能力	8
3 実証の方法と実施状況	10
3.1 実証申請者が保有するデータ(既存データ)と実証の一部を省略する範囲	10
3.2 実証の考え方と検討会での経過	12
3.3 実証全体の実施日程表	12
3.4 各調査項目、目標値、監視項目	12
4 試験実施場所の概要	14
4.1 水域の概要	14
4.2 試験実施場所の状況	15
4.3 実証対象技術の配置	16
4.4 試料採取位置	17
4.5 試料採取、分析、機器校正	17
5 実証結果と検討	19
5.1 各調査項目の結果	19
5.2 維持管理等の結果	23
5.3 定性的所見	23
5.4 異常値についての報告	24
5.5 他の実水域への適用可能性を検討する際の留意点	24
■ 付 録	25
6.1 データの品質管理	25
6.2 品質管理システムの監査	25
■ 資 料 編	26
○実証試験の状況	26
○実証試験データの補足	28
○用語の解説	46

■全体概要

実証対象技術／実証申請者 (所在地)	天然鉱石ルミライトを用いた湖沼環境浄化処理（散布施工による浄化）／ ルミライトジャパン株式会社 (東京都港区芝浦 4-10-1-2811)
実証機関 (所在地)	一般社団法人埼玉県環境検査研究協会 (埼玉県さいたま市大宮区上小町 1450 番地 11)
試験期間	平成 30(2018)年 3 月 10 日 ～ 平成 30(2018)年 10 月 21 日

1. 実証対象技術の概要

フローシート（構造）

①ルミライトが+イオンを持つように荷電

②+イオンを荷電したルミライトを水中投入

③水中の懸濁物質がルミライトに吸着

④懸濁物質とルミライトが自重沈降

原理: 実証対象技術は湖沼などを対象に技術の主成分である「天然鉱物ルミライト」により水中の藻類等の懸濁物質を吸着・沈殿させる物理処理の水質改善技術である。ルミライトの表面荷電が大きい特長を生かし、粉末状に粒径を小さくしたルミライトパウダーを水中に散布させることで、懸濁物質を付着・沈殿させる。

2. 実証の概要

○試験実施場所の概要

試験実施場所	名称／所在地	明石公園／兵庫県明石市明石公園 1-27
	水域の状況	公園の南側に位置する城跡の周囲に計 7 箇所の堀があり、近年、アオコ発生や濁りによる景観の悪化が問題となっている。公園内の水域の全貯水量: 約 121,000 m ³ 、滞留時間: 約 97 日（深井戸供給量より算出）、試験実施場所の外堀（西）の主な汚濁要因は、雨天時の西堀からの濁水の流入。
	規模	外堀（西）: 9,130 m ² 、水深: 約 1.2～1.5 m、貯水量: 約 12,300 m ³

○実証対象機器の仕様及び処理能力

区分	項目	仕様及び処理能力	
施設概要	名称／型式	天然鉱石ルミライトを用いた湖沼環境浄化処理（散布施工による浄化）	
	サイズ、重量	設置範囲: 縦 7.0 m × 横 4.0 m	
	設置基数と場所	実証対象機器 1 式（攪拌装置、散布ポンプ等）を外堀（西）の東端に設置	
設計条件	散布日数	散布日	散布量
	5 日	平成 30 年 3 月 12 日～14 日、3 月 18 日～19 日	9,605 kg
	2 日	平成 30 年 6 月 26 日～27 日	2,080 kg
	1 日	平成 30 年 9 月 18 日	2,630 kg

○実証対象項目と目標値

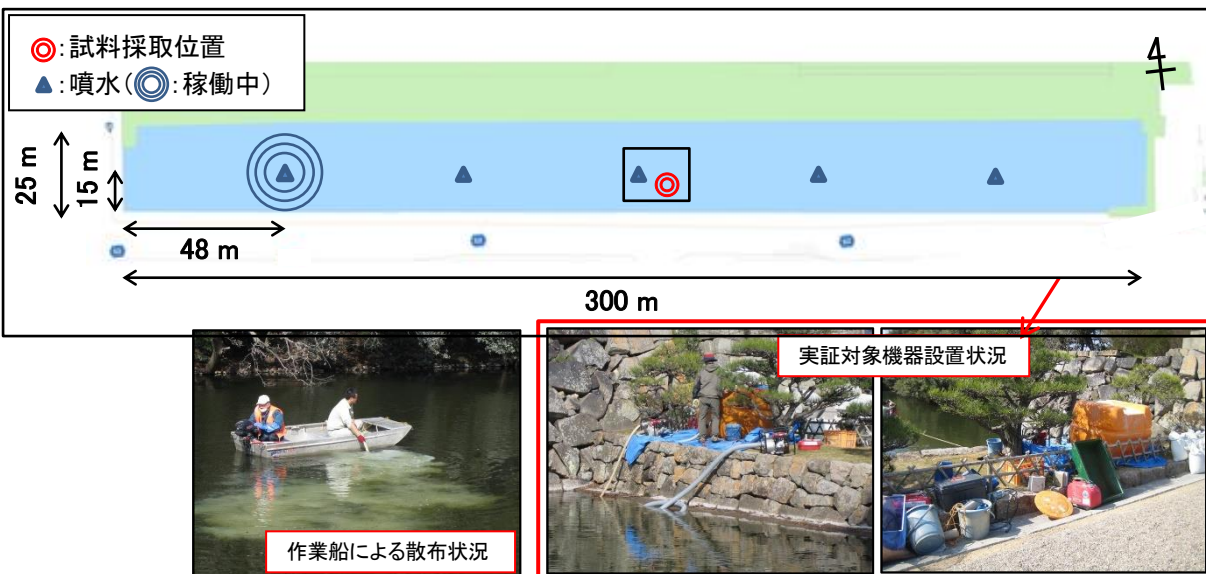
実証項目	目標値※	選定理由
クロロフィル-a	改善率 70 % 以上	水中からの藻類除去の効果を確認するための指標である。

※夏季(9 月)のクロロフィル-a の値 91 μg/L を春季(3 月)の値 24 μg/L 程度まで改善させることを目標とし設定した。改善率とは、施工前の水質に対する施工後の水質の比率(%)であり、以下の式で求めた。

$$\text{改善率}(\%) = \frac{\text{施工前の水質} - \text{施工後の水質}}{\text{施工前の水質}} \times 100$$

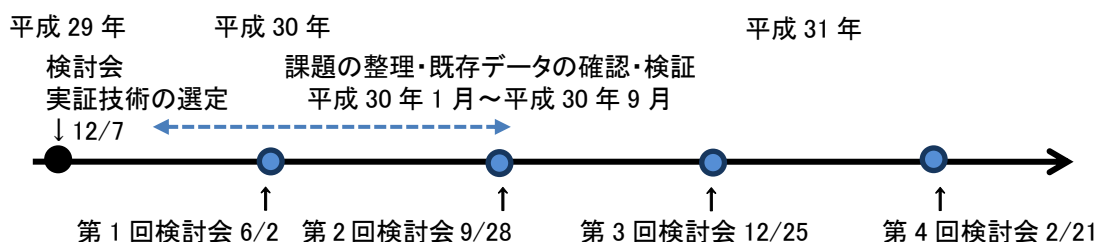
○実証対象機器の設置状況と試料採取位置

本実証試験では、外堀（西）の東端に設置に実証対象機器を設置し、作業船を用いて散布用ホースで散布作業を行った（本編 16 頁 4.3 項 図 4-4）。散布前と散布後に、試料採取位置において作業船の先端 3 箇所から試料採取し混合試料とした（本編 17 頁 4.4 項 図 4-5）。



○実証スケジュール

既存データの実証も含めた全体スケジュールを示した。

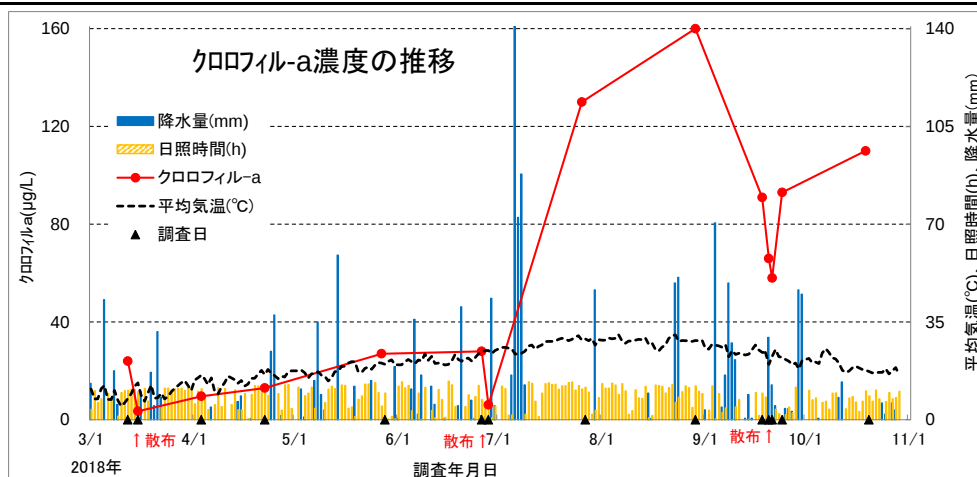


3. 実証結果

表より、3月（1回目）と6月（2回目）の散布では、散布後3日目と2日目にそれぞれ改善率 85 % と 78 % を示し、目標値に達した。参考項目である透視度、SS、COD、濁度、全窒素及び全リンについても、クロロフィル-a 同様に短期間で改善したことが確認された（本編 20 頁 5.1 項 図 5-2 ～ 図 5-5）。なお、9月（3回目）は降雨の影響とクロロフィル-a 濃度（91 $\mu\text{g/L}$ ）に対して散布量が少なかったことにより改善率が低かった（図）。

表 実証項目の試験結果及び目標値

実証項目	改善率※				目標値
クロロフィル-a	1 回目	散布前	3 月 12 日	85 %	70 %以上
		散布後	3 月 15 日		
	2 回目	散布前	6 月 26 日	78 %	
		散布後	6 月 28 日		
	3 回目	散布前	9 月 18 日	36 %	
		散布後	9 月 21 日		



※ 日照時間：直達日射量が $120\text{W}/\text{m}^2$ 以上である時間（直射光によって物体の影が認められる程度）

図 クロロフィル-a と気象データの推移図

○その他項目

項目	実証結果
環境影響項目	本試験の主な発生源である散布ポンプと発電機から発生した騒音は、発生源の 1 m 付近では 75.1 dB で、8 m 離れると周辺騒音（車両通行音）と同じ、63.3 dB であった（本編 23 頁 5.2 項 表 5-2）。汚泥及び廃棄物は発生しなかった。
使用資源	電力量 19 kWh/日（散布ポンプと攪拌機をそれぞれ 1 基稼働）
	薬品等 使用量 ルミライトパウダー：1 回目（3 月）9,605 kg（散布日数 5 日）、2 回目（6 月）2,080 kg（散布日数 2 日）、3 回目（9 月）2,639 kg（散布日数 1 日）

○維持管理性能項目

管理項目	一回あたりの管理時間	管理頻度
ルミライトパウダーの散布	1 日	対象水域の水質状況による。

○定性的所見

項目	所見
水質所見	実証項目のクロロフィル-a は、散布施工された 3 月と 6 月に、短期間（散布後 2 日から 3 日目）で目標値に達成することが確認され、参考項目についても改善効果が見られた（本編 19 頁 5.1 項）。本技術は春季から秋季にかけての季節変動に伴う藻類（藍藻類、緑藻類、珪藻類）の増減に影響した濠水質に対して短時間で水質改善のできる処理性能を有していることが確認された。
立ち上げに要する期間	作業船、攪拌装置、散布用ホース及び散布ポンプ等の現場配置・接続と、ルミライトパウダーの散布に 1 日程度の作業が必要である。攪拌装置、散布ポンプは電源を入れればすぐに稼働する。
運転停止に要する期間	実証対象機器は電源を止めればすぐに停止する。
維持管理に必要な人員数	2 名（1 日程度の作業）
維持管理に必要な技能	ルミライトパウダーの散布に関しては一定の技能を要する。
実証対象技術の信頼性	試験期間中は特に異常値の発生はなかった。
トラブルからの復帰方法	トラブルはなかった。
維持管理マニュアルの評価	マニュアル等はユーザーが理解しやすい内容である。

○他の実水域への適用を検討する際の留意点

実証対象技術であるルミライトパウダーの散布量、散布方法を検討するために事前に対象水系の基本調査（水量、規模、形状、水源、水質（クロロフィル-a 等））による現状把握が必要である。

（参考情報）

注意：このページに示された製品データは、全て実証申請者が自らの責任において申請した内容であり、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

○製品データ

項目		実証申請者 記入欄			
名称		天然鉱石ルミライトを用いた湖沼環境浄化処理 (The lake environmental purification treatment using natural ore Lumilite)			
形式		散布による浄化 (The purification by spraying)			
製造(販売)企業名		ルミライト・ジャパン株式会社 (英文表記:Lumilite・Japan Co,LTD.)			
連絡先	部署名/TEL/FAX	東京営業所/TEL(03)6435-3962/FAX(03)6435-3976			
	所在地	東京都港区芝浦 4 丁目 10-1-2811			
	Web アドレス	http://lumilite.jp/			
	E-mail	mori@lumilite.jp			
サイズ・重量		設置範囲:縦 7.0 m×横 4.0 m 程度(設置場所の状況により異なる。)			
前処理、後処理の必要性		通常は必要なし。			
付帯設備		攪拌機、ポンプ、ホース、作業船等			
実証対象技術寿命		ルミライトに寿命はありませんが、散布後の水質状況に応じて追加散布必要			
立ち上げ期間		施工モニタリング期間 5 日間			
コスト概算 想定規模: 対象水量 5,000 m ³ (水深 5 m)の水域として算出		費目	単価(円)	数量	計(円)
		イニシャルコスト			3,500,000
		土木工事費 (ルミライトパウダー)	322 円/kg	7,760kg	2,500,000
		付帯設備費 (攪拌機、ポンプ、ホース、 作業船等)		一式	1,000,000
		ランニングコスト(月間)			228,650
		ルミライトパウダー	322 円/kg	200 kg	64,400
		電力使用料	25 円/kW	570 kW	14250
		維持管理費			150,000
		46 円／対象水量 1 m ³ あたり			

○その他 本技術に関する補足説明(導入実績、受賞歴、特許・実用新案、コストの考え方の補足)

●納入実績

- ・沖縄県、沖縄県内市町村などの公園・ゴルフ場内池(福州園、識名園、沖縄ジ・アッタテラスゴルフリゾート、PGMゴルフリゾート沖縄等)
- ・埼玉県七里総合公園、千葉県千葉バーディ倶楽部景修池等
- ・佐賀県伊岐佐ダム
- ・「平成 25 年度茨城県公募型新たな水質浄化空間創出事業に係わる実証実験業務」を実施。
- ・「平成 30 年度皇居外苑濠における局所的・一時的アオコ対策技術実証業務(千鳥ヶ淵)」に採択され、実証業務を実施。

●登録特許

- ・日本特許:第 4822369 号 水質改善処理剤及びその製造方法
- ・NETIS登録(2007 年):登録番号 QS-070011-A

●本技術の特徴

- ・本技術は人が接近可能な水域(ダム、湖沼、河川、海等)であれば、どこにでも適用可能です。
- ・気温、水温、pH などの物理条件による制限はほとんどありません。
- ・本技術は、小規模(500m³程度)から大規模水域(数万m³規模)において対応可能です。

■ 本 編

1 導入と背景、実証の実施体制

1.1 導入と背景

環境技術実証事業は、既に実用化された先進的環境技術の環境保全効果、副次的な環境影響、その他環境の観点から重要な性能（以下「環境保全効果等」という。）を第三者が客観的に実証することにより、環境技術実証の手法・体制の確立を図るとともに、環境技術の利用者による技術の購入、導入等に当たり、環境保全効果等を容易に比較・検討し、適正な選択を可能にすることにより、環境技術の普及を促進し、環境保全と環境産業の発展に資することを目的とするものである。

本実証は環境省水・大気環境局が策定した実証要領に基づいて審査し、採用（平成29年12月）した「天然鉱石ルミライトを用いた湖沼環境浄化処理」について、以下に示した環境保全効果等を客観的に実証したものである。

○原理である天然鉱物ルミライトを用いた水中の懸濁物質の吸着・沈降による浄化処理が可能な技術であり、その環境保全効果

○運転に必要なエネルギー、物資、廃棄物量及び可能な限りコスト

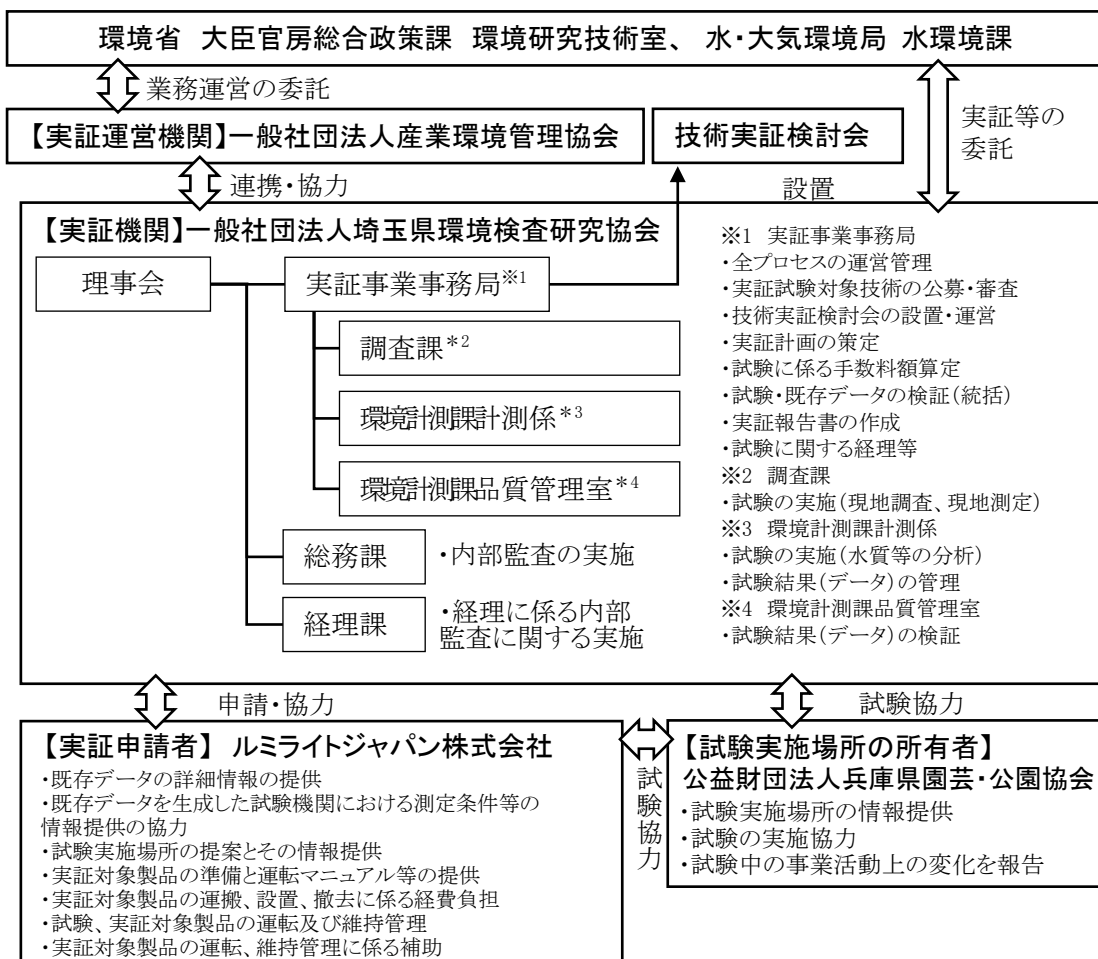
○適正な運用が可能となるための運転環境

○運転及び維持管理にかかる労力

本報告書は、専門家で構成される技術検討委員会において、実証対象技術の特長を試験結果で得た情報から環境保全の効果について検討し、その結果を取りまとめたものである。

1.2 実証参加組織と実証参加者の責任分掌

実証に参加した組織を図1-1に、実証参加者とその責任分掌を表1-1に示した。



・実証機関：一般社団法人埼玉県環境検査研究協会（住所：埼玉県さいたま市大宮区上小町 1450-11）

・実証申請者：ルミライトジャパン株式会社（住所：東京都港区芝浦 4-10-1-2811）

図1-1 実証試験参加組織と関係図

表 1-1 実証参加組織と実証参加者の分掌

区 分	実証参加機関	責 任 分 掌	参 加 者
実証機関	一般 社団法人 埼玉県 環境検査 研究協会	実証事業の全プロセスの運営管理	実証事業事務局 山岸知彦 野口裕司 岸田直裕
		試験対象技術の公募・審査	
		技術実証検討会の設置・運営	
		実証計画の策定	
		試験に係る手数料額の算定	
		試験の請負機関の管理（統括）	
		実証報告書の作成（統括）	
		個別ロゴマーク及び実証番号の交付事務	
		採水 現地調査	調査課長 須川幸伸
		分析	環境計測課長 津田啓子
		データの 検証	環境計測課品質 管理室長 高橋広士
		品質監査	総務課 ISO 担当 島田俊子
		経理	実証事業事務局 山岸知彦
		経理監査	財務本部長 田島照久
環境技術 開発者	ルミライトジャパン 株式会社	実証対象技術の運転、維持管理マニュアル 等の提供	代表取締役 社長 森 真一
		既存データの詳細情報の提供	
		必要に応じ、実証対象技術の運転、維持管 理に係る補助	
		実証対象技術の運搬、設置、撤去に係る経 費負担	
		試験に係る調査、水質分析、消耗品等の経 費負担	
		実証対象技術の稼働中の安全対策	
試験実施 場所の所 有者	兵庫県	試験実施場所の提供	公益財団法人 兵庫県 園芸・公園協会
		試験の実施に協力	
		試験の実施に伴う事業活動上の変化の 報告	

2 実証対象技術及び実証対象機器の概要

2.1 実証対象技術の原理と機器構成

本実証対象技術（以下、「ルミライト」は本実証対象技術の名称として表記する）は、湖沼等の富栄養化に伴い発生する藻類や透明度を低下させる懸濁物質を、技術の主成分である「天然鉱物ルミライト」が吸着・沈殿する作用を利用する。ルミライトの表面荷電が大きい特長を生かし、粉末状に粒径を小さくすることにより、水中の懸濁物質と容易に付着して沈殿する（図 2-1）。

実証対象機器の主な構成は、攪拌装置、ポンプ、散布用ホース、散布ポンプ、作業船である。

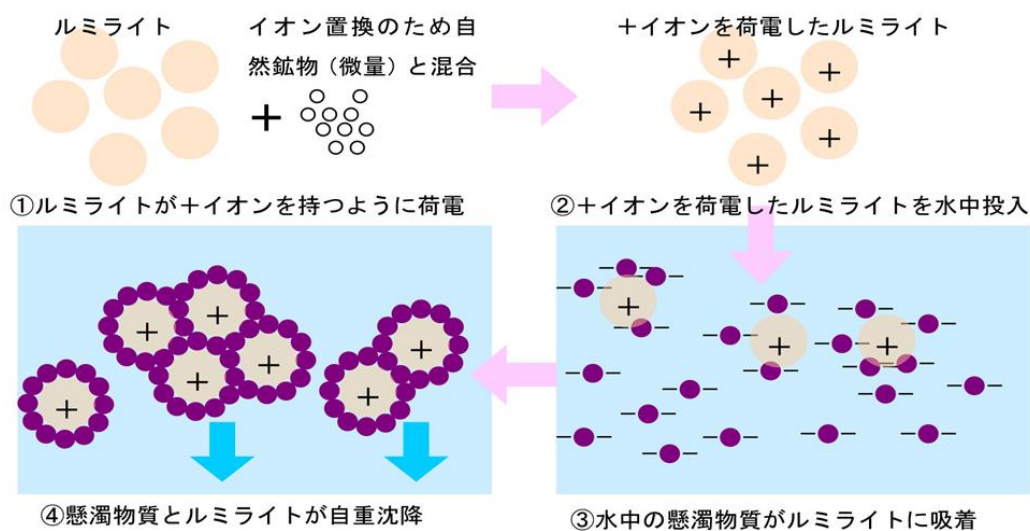


図 2-1 ルミライトによる吸着・沈殿の概要図

2.2 実証対象技術の仕様と処理能力

散布施工による浄化の流れを図 2-2 に示した。

最初に施工する水域の水質を用いて予備試験を行い、散布量を決定する（汚濁濃度により施工内容が変わる）。（資料編 33 頁 実証試験データの補足（6）参照）

現地での散布後は、作業船等で表層を攪拌する作業が伴う。



図 2-2 散布施工による浄化の流れ

実証対象技術の現地施工における処理フロー及び処理能力は、次のとおりである。

- ① ポンプを稼働させて攪拌装置内に対象水域の水を導入し、ルミライトパウダー（粉末タイプ）を加えて攪拌し、ルミライトパウダーを液状にする。
- ② 散布ポンプに接続した散布用ホース（途中で連結させる予備ホースを含む）を作業船に積込み、散布開始地点に移動する（風向き等により最適な場所を判断する）。
- ③ 散布ポンプを稼働させ散布用ホースを通じて作業船にルミライトパウダー（液体）を送る。
- ④ 作業船上から対象水域へルミライトパウダー（液状）の散布を開始する。
- ⑤ 散布しながら作業船を移動させ、水域全体にルミライトパウダー（液状）を散布する。
- ⑥ 水面の状況から散布状態を確認し、必要に応じて散布を繰り返す。
- ⑦ 最後に対象水域内を作業船で走行し、十分に水域を攪拌する。

3 実証の方法と実施状況

3.1 実証申請者が保有するデータ（既存データ）と実証の一部を省略する範囲

実証申請者は、実証対象技術を導入したダム湖の水質データを有していた。散布施工前後の水質の比較を行ったものである。その調査結果を表 3-1～表 3-3 に示した。

伊岐佐ダム（有効貯水容量 166 万 m³）では、実証対象技術の導入（散布量：66 t、散布期間：平成 19 年 12 月 19 日～24 日（計 3.5 日間））により、1 ヶ月後（平成 20 年 1 月 17 日）に透明度の改善（176 %）が確認された（表 3-2 参照）。平成 20 年 1 月 30 日には、色度、濁度、COD、全リン及び全窒素でも改善（18～50 %）が確認された。

既存データでは、実証対象技術による水質改善効果（透視度、色度、濁度、COD、全リン及び全窒素）を確認している。しかし、処理前のダム湖のSS（1～3 mg/L）、COD（1.7～2.3 mg/L）、全窒素（0.29～0.41 mg/L）及び全リン（0.011～0.024 mg/L）の濃度は低く、湖沼の環境基準（A 類型：SS 5 mg/L 以下、COD 3 mg/L 以下、II 類型：全窒素 0.4 mg/L 以下、全リン 0.03 mg/L 以下）の水道 3 級に適應できる水質であった。

そのため、富栄養化に伴い発生する藻類や透明度を低下させる懸濁物質に対する本技術の効果を確認するために、藻類が増殖する水域での試験が必要となるため、既存データは参考とすることにした。

表 3-1 散布処理による浄化の既存データ（ダム湖内 1 地点の推移）

調査日		処理前	1 月平均	3 月平均	9 月平均	12 月平均	1 月平均
比較用 ※	透明度 (m)	2.9	—	—	—	—	—
	色度 (度)	7.8	10.5	8.5	6.0	7.0	10.5
	濁度 (度)	1.8	3.1	2.3	1.7	1.8	3.1
	SS (mg/L)	1	3	2	2	1	3
	COD (mg/L)	1.8	1.7	2.0	2.3	2.0	1.7
	全リン (mg/L)	0.012	0.022	0.022	0.024	0.011	0.022
	全窒素 (mg/L)	0.33	0.40	0.41	0.44	0.29	0.40
調査日		H20/1/17	H20/1/30	H20/4/30	H20/9/17	H20/12/12	H21/1/27
処理後	透明度 (m)	8.0	6.2	3.4	3.5	2.6	4.3
	色度 (度)	—	4.7	4.5	5.8	11.1	3.9
	濁度 (度)	—	0.9	1.7	1.5	1.8	1.1
	SS (mg/L)	—	<1	1	<1	2	1
	COD (mg/L)	—	1.2	2.8	2.0	2.0	1.2
	全リン (mg/L)	—	0.006	0.017	0.023	0.010	0.010
	全窒素 (mg/L)	—	0.27	0.29	0.30	0.28	0.33

※ 比較用の処理前は、平成 19 年 11 月 14 日と 12 月 18 日の平均値

※ 比較用の経過月のデータは、平成 17 年 6 月から平成 19 年 3 月の同月データの平均値と比較した。ただし、「4 ヶ月後」に限っては、測定値がないため 3 月のデータと比較した。

※ 「—」は未調査。

測定機関：財団法人 九州産業衛生協会 環境科学センター

（現在：公益財団法人 福岡県すこやか健康事業団 環境科学センター）

（環境計量証明事業（濃度） 水質登録番号 16（福岡県）：平成 5 年 11 月 1 日）

表 3-2 散布処理による水質の改善率※1

比較方法	処理前との比較（％）					
	H20/1/17	H20/1/30	H20/4/30	H20/9/17	H20/12/12	H21/1/27
透明度※2	176	114	21	25	-7	54
色度	—	40	42	26	-42	50
濁度	—	50	6	17	0	39
S S	—	0	0	0	-100	0
C O D	—	33	-56	-11	-11	33
全リン	—	50	-42	-92	17	17
全窒素	—	18	12	9	15	0

※1 改善率

$$\text{改善率}(\%) = \frac{\text{処理前の水質} - \text{処理後の水質}}{\text{処理前の水質}} \times 100$$

※2 改善率（透視度）

$$\text{改善率}(\%) = \frac{\text{処理後の水質} - \text{処理前の水質}}{\text{処理前の水質}} \times 100$$

表 3-3 散布処理による水質の改善率※2

比較方法	同時期との比較（％）					
	H20/1/17	H20/1/30	H20/4/30	H20/9/17	H20/12/12	H21/1/27
透明度	—	—	—	—	—	—
色度	—	55	47	3	-59	63
濁度	—	71	26	12	0	65
S S	—	67	50	50	-100	67
C O D	—	29	-40	13	0	29
全リン	—	73	23	4	9	55
全窒素	—	33	29	32	3	18

※2 改善率

$$\text{改善率}(\%) = \frac{\text{処理前の各月水質の平均値} - \text{処理後の水質}}{\text{処理前の各月水質の平均値}} \times 100$$

3.2 実証の考え方と検討会での経過

本実証では、ダム湖の既存データの確認・検証の途中経過を技術実証検討会で報告してきたが、技術実証検討会では、「本試験実施場所のSS等の濃度は低いのではないか」、「水深のあるダム湖において表層だけの評価で問題ないか」といった意見があった。そこで、実証申請者と協議し、申請者が実証対象技術を導入している都市公園内の堀（アオコ等の水質問題が発生している）で、本実証機関が試験機関として定期調査を実施した既存データを用いて目標値の達成状況を確認することにした。

3.3 実証全体の実施日程表

既存データの実証も含めた全体スケジュールを図3-1に示した。

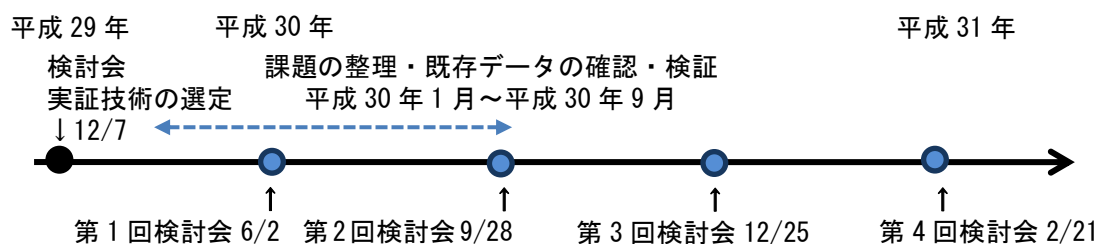


図 3-1 実証の実施実績（全体）

3.4 各調査項目、目標値、監視項目

（1）各調査項目及び目標値

実証項目、目標値を表3-1、参考項目を表3-2に示した。

実証対象技術は、水質汚濁の主な原因である藻類、懸濁物質等の吸着・沈殿により水質を改善する。

実証項目は、藻類除去の効果を確認するためにクロロフィル-aとし、目標値は改善率として設定した。

参考項目として、懸濁成分、有機性物質及び栄養塩類について、目標値に達した後の経過を観測した。

表 3-1 実証項目、目標値及び選定理由

実証項目	目標値※	選定理由
クロロフィル-a	改善率 70 % 以上※ ¹	水中からの藻類除去の効果を確認するための指標である。

※夏季（9 月）におけるクロロフィル-a の値 91 $\mu\text{g/L}$ を春季（3 月）の値 24 $\mu\text{g/L}$ 程度まで改善させることを目標とし設定した。

改善率とは、施工前の水質に対する施工後の水質の比率（％）であり、以下の式で求めた。

※1 改善率

$$\text{改善率}(\%) = \frac{\text{施工前の水質} - \text{施行後の水質}}{\text{施工前の水質}} \times 100$$

表 3-2 参考項目

参考項目
透視度
S S（浮遊物質量）
C O D（化学的酸素要求量）
D O（溶存酸素量）
濁度
p H（水素イオン濃度指数）
全窒素
全リン

（2）監視項目

実証試験の期間中は、騒音、臭気、採取した試料の外観、藻類の発生状況等について観測した。また、気象（天候、気温、日照時間、降水量）は、アメダスの観測データを参考にした。

4 試験実施場所の概要

4.1 水域の概要

（1）試験実施場所の名称、所在地

試験実施場所の名称、所在地、管理者は、表 4-1 に示したとおりである。

表 4-1 試験実施場所の名称、所在地、管理者

名 称	明石公園（兵庫県立都市公園）
所 在 地	兵庫県明石市明石公園 1-27
管 理 者	公益財団法人 兵庫県園芸・公園協会

（2）水域の種類と主な用途

水域の種類と主な用途は次のとおりである。

種 類 : 都市公園の堀

主たる用途 : 明石城の歴史性の一部、鑑賞

明石公園は都市公園であり、六甲山系の西端に位置し、赤松山台地に残る明石城跡を中心に明治 16 年に公園として開園され、大正 7 年に新たに県立公園として発足した（公益財団法人兵庫県園芸・公園協会 明石公園 パンフレットより）。公園の南側に位置する城跡の周囲には計 7 箇所の堀があり、近年、アオコ発生や濁りによる景観の悪化が問題となっている。

実証場所である明石公園の周辺図と試験実施場所である外堀（西）を図 4-1 に示した。



図 4-1 明石公園の周辺図と外堀（西）

4.2 試験実施場所の状況

（1）水域の規模、状況

試験実施場所の水域の規模、状況は、表 4-2 に示したとおりである。

公園内の水の流れを図 4-2 に示した。

表 4-2 試験実施場所の名称、所在地、水域の規模

水域の規模	外堀（西）：9,130 m ² 、水深：約 1.2～1.5 m、 貯水量：約 12,300 m ³
	公園内の水域の全貯水量：約 121,000 m ³ 滞留時間：約 97 日（深井戸供給量より算出）
水域の抱える主な課題	アオコ発生や濁りによる景観の悪化等
推定される汚濁要因	雨天時の西堀からの濁水の流入。

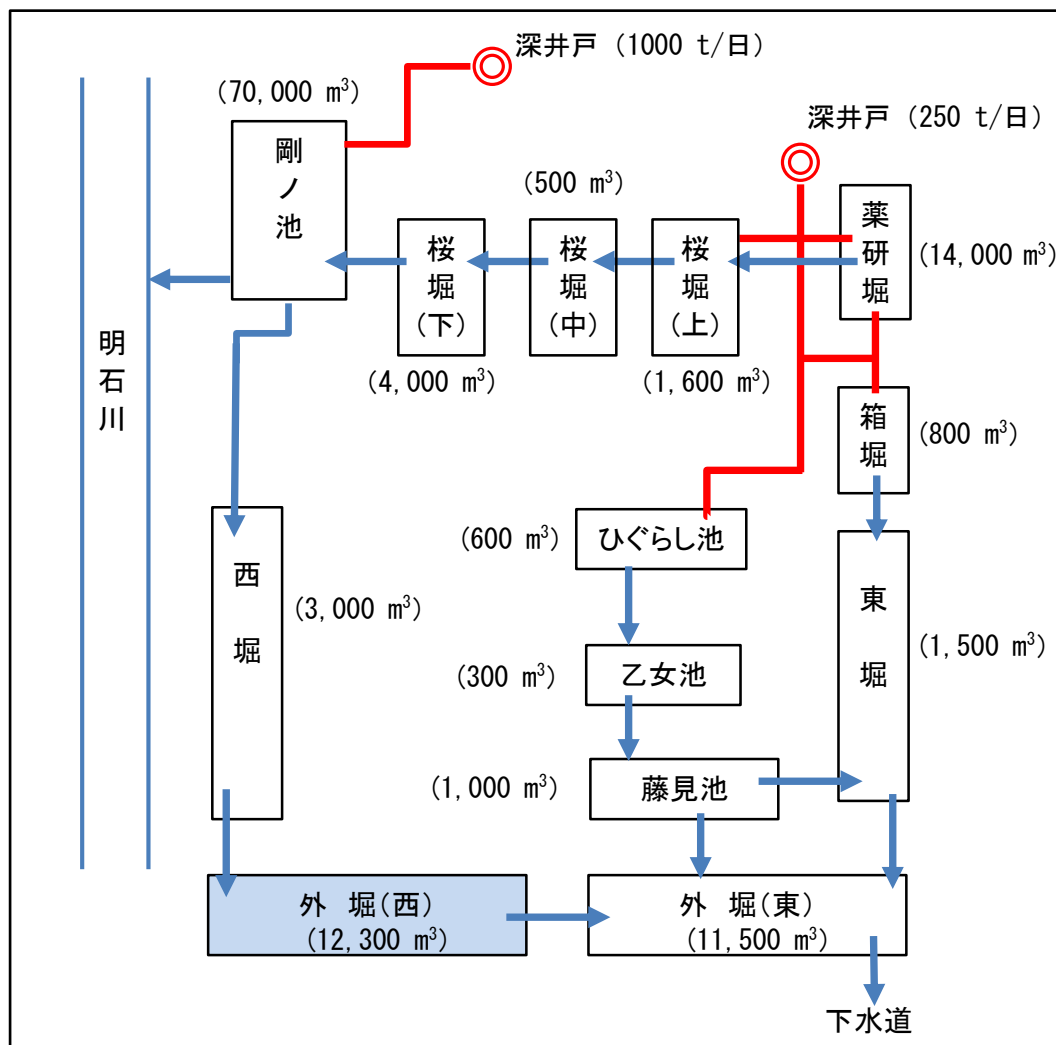


図 4-2 公園内の水の流れ
（赤線は深井戸からの水の流れ）

4.3 実証対象技術の配置

実証対象技術の配置については、図 4-3 に示した。外堀（西）の東端に、攪拌装置、ポンプ、散布用ホース、散布ポンプを設置した。作業船を用いて散布用ホースで散布作業を行った（図 4-4）。

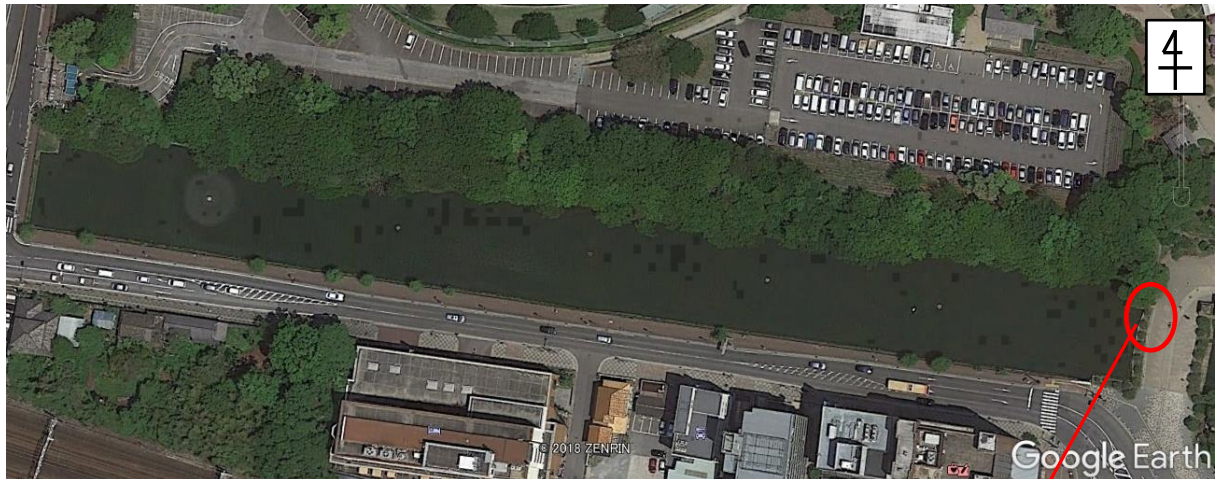


図 4-3 試験場所における実証対象技術の配置



図 4-4 作業船を用いた散布状況

4.4 試料採取位置

試料採取位置を図 4-5 に赤二重丸で示した。作業船を噴水に固定し、作業船の先端 3 箇所から試料採取し混合試料とした。なお、採取位置については、各噴水 5 箇所から採取混合した試料との比較試験結果（資料編 36 頁 実証試験データの補足 (9) 参照）より、代表性を確認した。通常は、一番西に位置する噴水のみ稼働しており、噴水から約 10 m 離れた表層 (5 cm) の流速は 0.2 m/s であった。

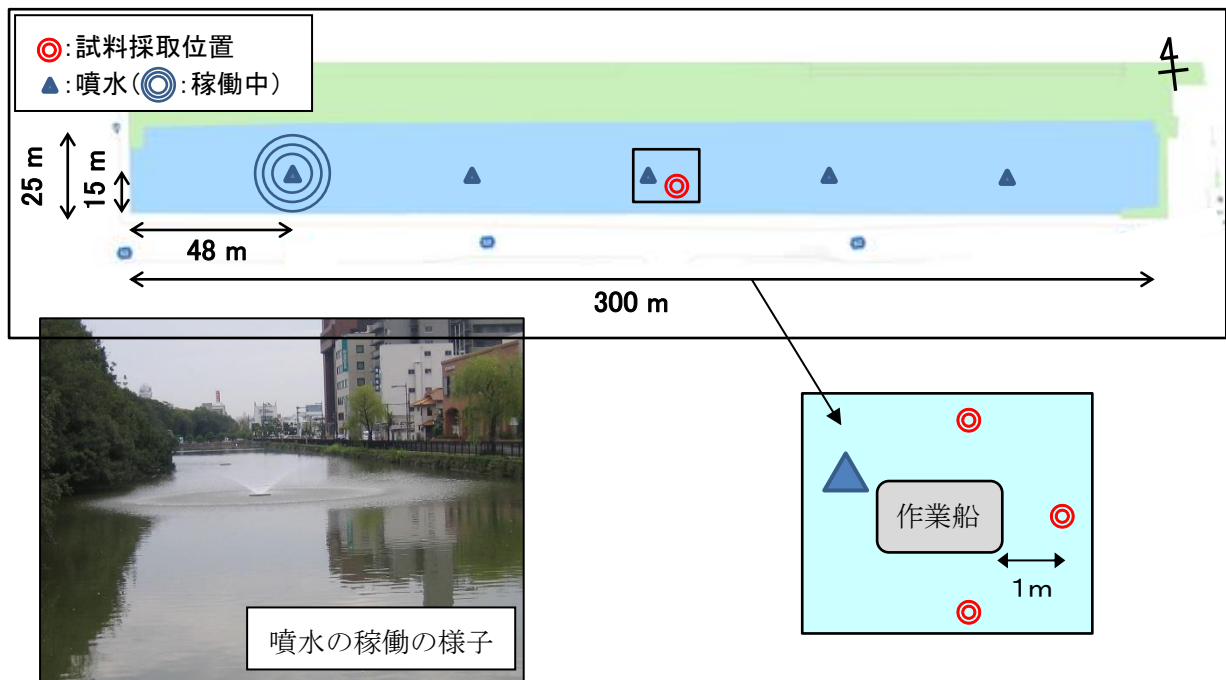


図 4-5 試料採取位置

4.5 試料採取、分析、機器校正

(1) 透視度の測定

試験期間中の透視度は、透視度計 (100 cm) を用いて測定を行った (図 4-6 参照)。



図 4-6 透視度計（写真左）と透視度測定の様子（写真右）

（２）試料採取

試料採取は、図 4-5 に示した測定位置（赤丸）において実施した。水試料の採取方法は、地下水採水用のベラーを改良したポリエチレン製円筒形採水器を使用し、水面から水深 100 cm の部分を垂直円筒状に採水した（図 4-7）。その他、「工業用水 JIS K 0094・工場排水の試料採取方法」に準拠して行い、水試料は池内の 3 カ所から採水し、混合試料とした。

採水容器はポリ容器 2 L を利用し、JIS K 0094（試料の保存処理）に従って保存した。採水時間は各調査とも開始時刻を午前 12 時頃に統一して行った。

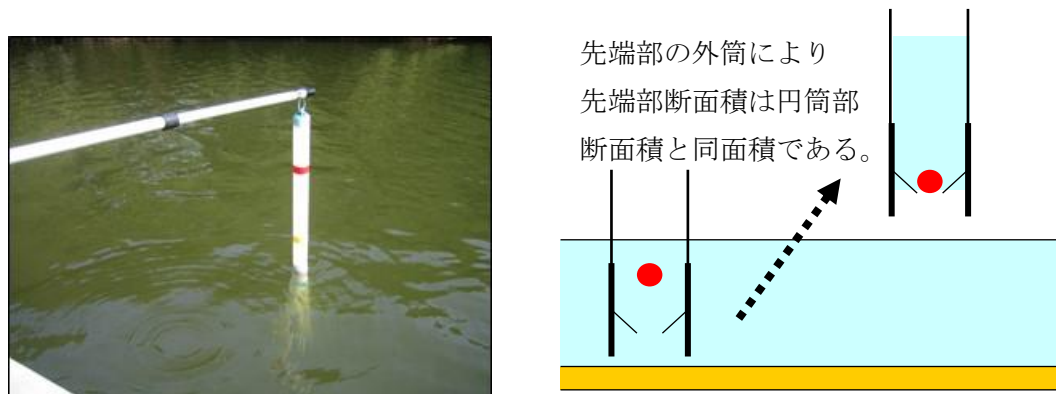


図 4-7 改良型ポリエチレン製円筒形採水器

（３）分析方法

調査項目の分析方法を表 4-3 に示した。

表 4-3 調査項目、分析方法

調 査 項 目	分 析 方 法
S S	昭和 46 年環告第 59 号付表 9 重量法
クロロフィル- a	アセトン抽出による吸光光度法
C O D	JIS K 0102 17
D O	JIS K 0102 32.3（隔膜電極法）
濁度	積分球式測定法
p H	JIS K 0102 12.1（ガラス電極法）
透視度	透視度計による測定
全窒素	JIS K 0102 45.6
全リン	JIS K 0102 46.3.4

（４）機器校正の方法と実施日

D O 計及び p H 計は、標準液などにより使用前後に校正を行った。
秤量に用いた天秤は、定期的に外部校正を行った機器を使用した。
騒音計、p H 計は定期的に外部検定を受けた機器を使用した。

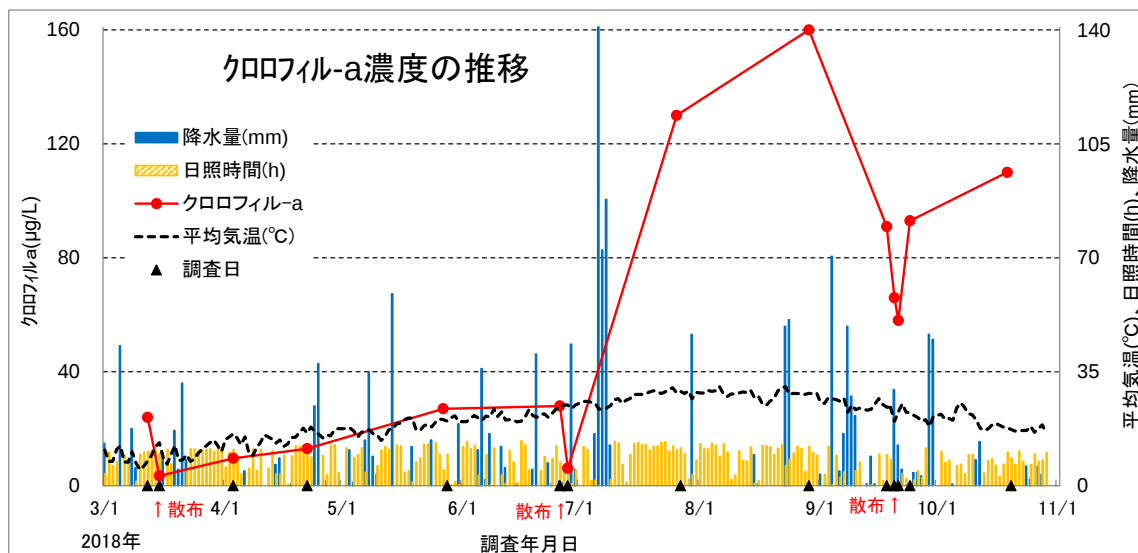
5 実証結果と検討

5.1 各調査項目の結果

(1) 実証項目の結果と目標値の達成

表 5-1 実証項目の試験結果及び目標値

実証項目	クロロフィル-a 濃度 $\mu\text{g/L}$			改善率	目標値	散布日	散布量	ルミライト濃度
クロロ フィル-a	散布前	3 月 12 日	24	85 %	70 % 以上	2018 年 3 月 12 ～14 日	9,350 kg	760 mg/L
	散布後	3 月 15 日	3.5					
	散布前	6 月 26 日	28	78 %		2018 年 6 月 26 ～27 日	2,080 kg	169 mg/L
	散布後	6 月 28 日	6.1					
	散布前	9 月 18 日	91	36 %		2018 年 9 月 18 日	2,630 kg	214 mg/L
	散布後	9 月 21 日	58					



※ 日照時間：直達日射量が 120 W/m^2 以上である時間（直射光によって物体の影が認められる程度）

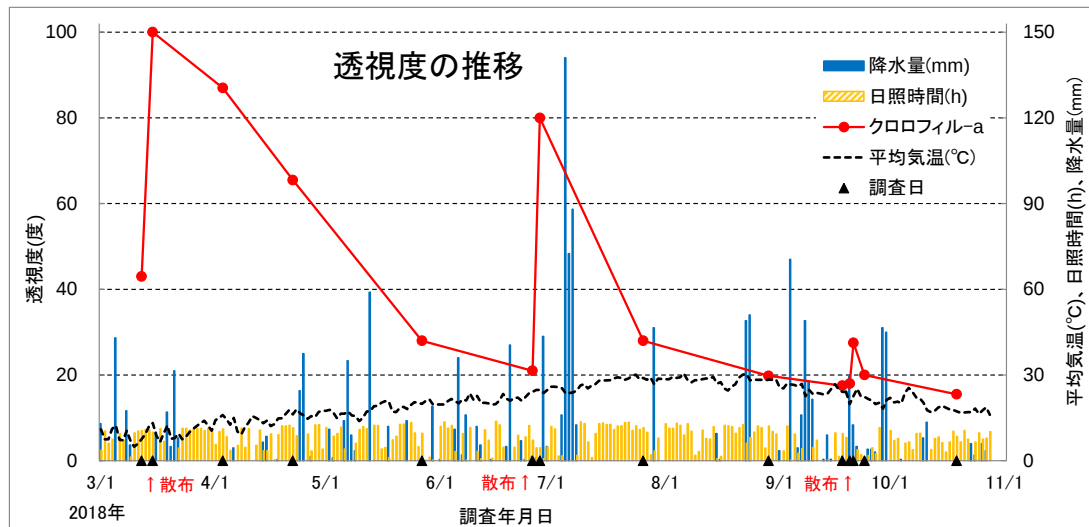
図 5-1 クロロフィル-a と気象データの推移図

表 5-1 の試験結果より、3 月と 6 月の散布では、散布後 3 日目と 2 日目にそれぞれ改善率 85 % と 78 % を示し、目標値を達成した。一方、9 月の散布では、降雨の影響とクロロフィル-a 濃度 ($91 \mu\text{g/L}$) に対して散布量 (2,630 kg) が少なかったことにより改善率が低かった（図 5-1）。なお、9 月に優占種として発生したアオコの原因種である *Microcystis* 属に対しては、室内実験によりルミライトパウダーにより吸着・沈降することが確認された（資料編 31 頁 実証試験データの補足(4)参照）。

このことから、実証対象技術は 3 月（春季）から 9 月（秋季）にかけての季節変動に伴い発生する藻類（藍藻類、緑藻類、珪藻類）（資料編 30 頁 実証試験データの補足(3)参照）に影響した濠水質に対して、短時間で水質改善できる処理性能を有していることが確認された。

なお、効果の持続が限定的であった原因としては、降雨時に流入する他の水域（堀）の水質による影響が考えられる。

(2) 参考項目等の結果



※ 日照時間：直達日射量が $120\text{W}/\text{m}^2$ 以上である時間（直射光によって物体の影が認められる程度）

図 5-2 透視度と気象データの推移図

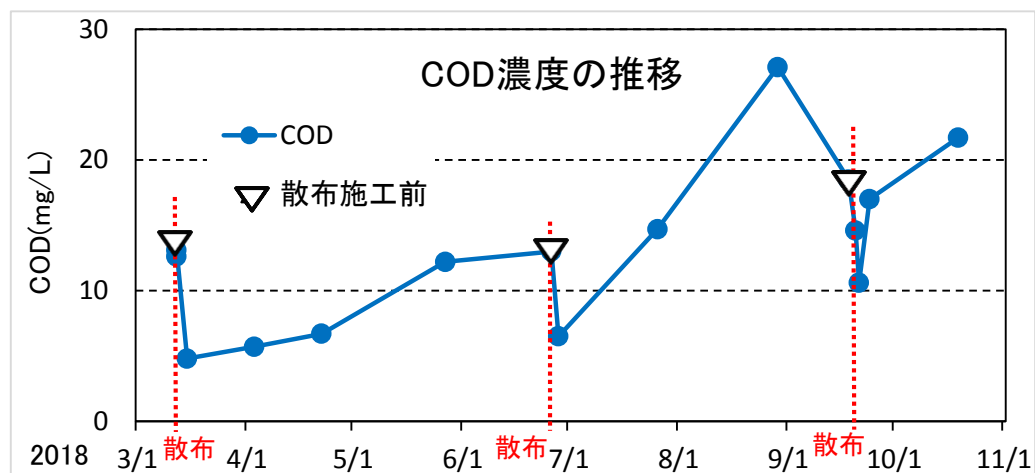
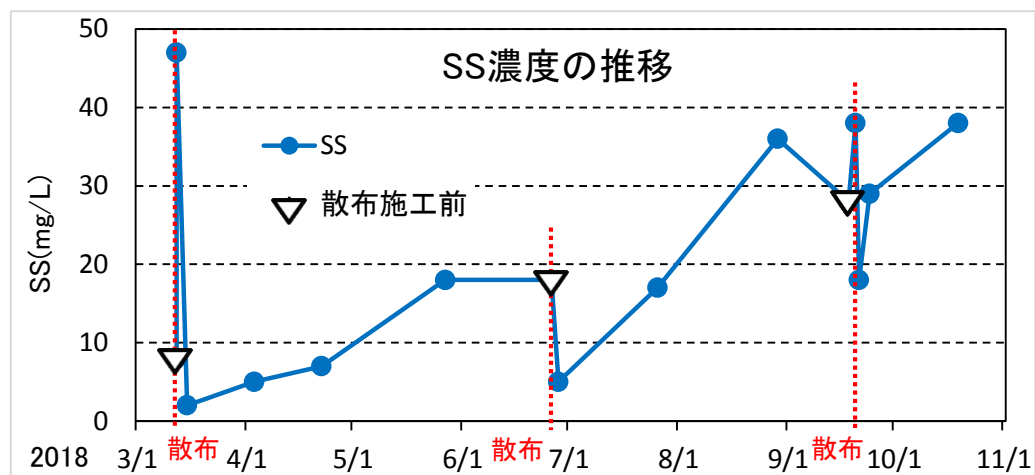


図 5-3 SSとCODの推移図

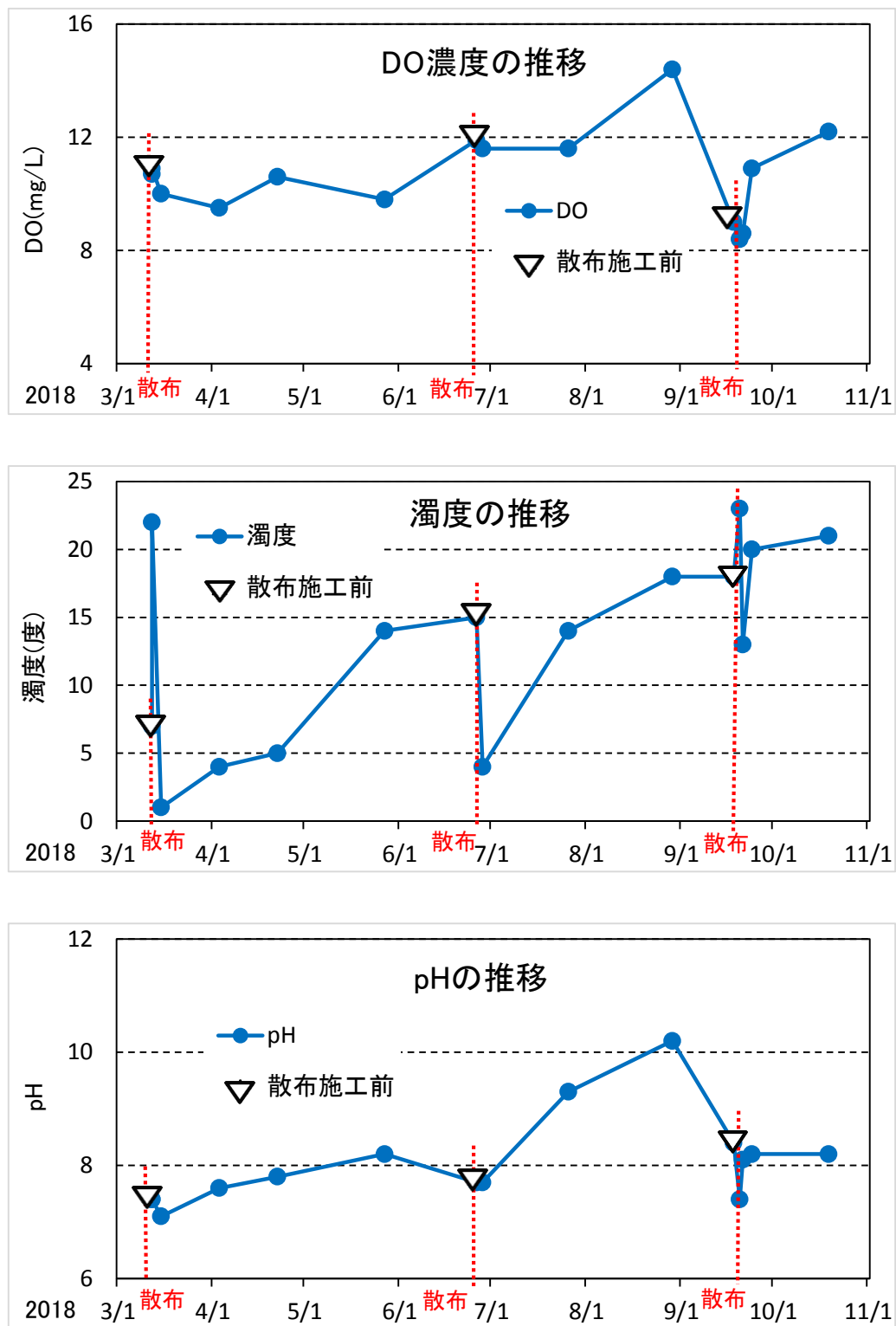


図 5-4 DO、濁度及び pH の推移図

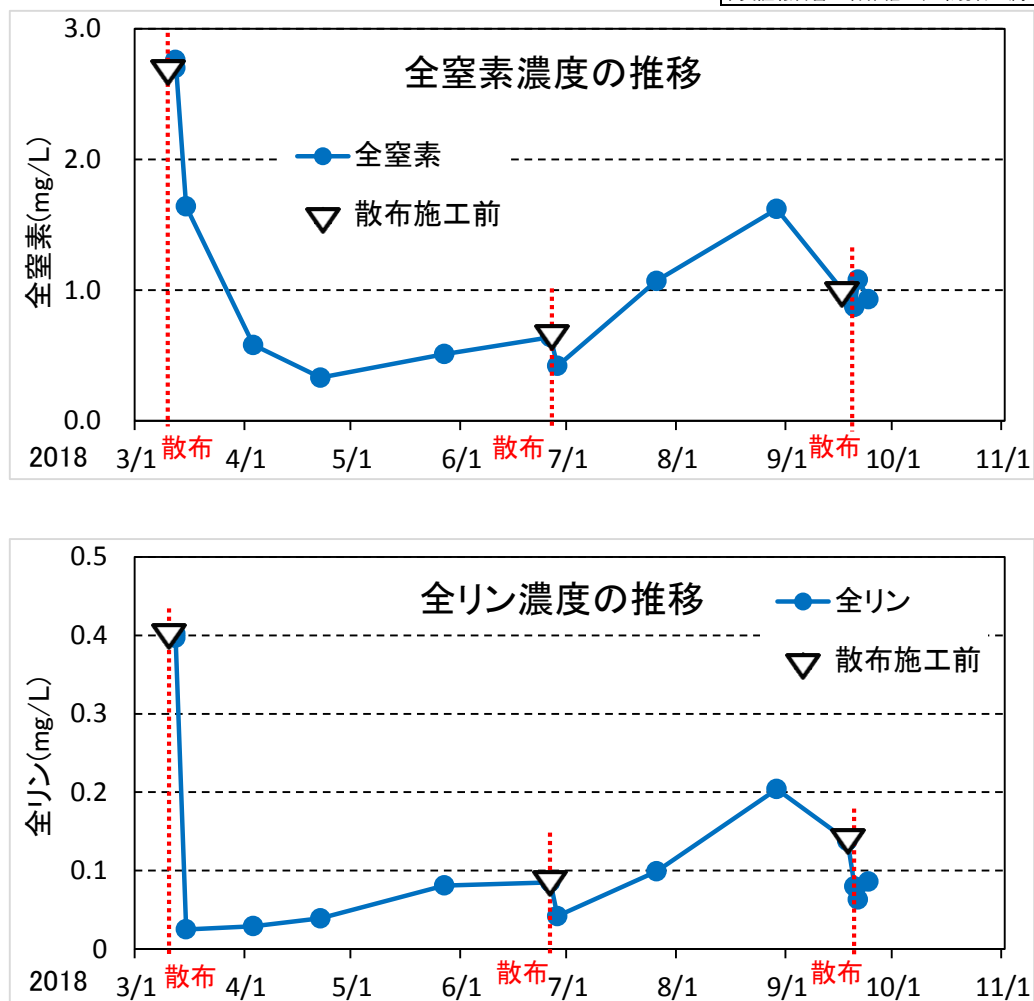


図 5-5 全窒素と全リンの推移図

参考項目である、透視度（図 5-2）は、クロロフィル-a 同様に散布施工後に一時的に改善したが、6 月と 9 月は降雨の影響による低下が確認された。本試験実施場所は、降雨時に上流に位置する西堀から濁水が流入するため、その影響を受けていたと考えられた（本編 15 頁 試験実施場所の状況 図 4-2 参照）。

SS、COD、濁度、全窒素及び全リンについても、クロロフィル-a 同様に短期間で改善したことが確認された。

5.2 維持管理等の結果

（1）環境影響項目

- ・汚泥発生量：なし
- ・廃棄物発生量：なし。
- ・騒音：本試験では、試験実施場所にポンプ 1 台と発電機 1 台を設置した。騒音の主な発生源はポンプ及び発電機であるため、騒音計を用いて発生源の直近から 32m 地点までの騒音を測定した。

発生源から 1 m 付近では 75.1 dB で、8 m 離れると周辺騒音（車両通行音）と同じ、63.3 dB であった（表 5-2）。

表 5-2 騒音の測定結果

発生源からの距離(m)	0	1	2	4	8	16	32
発生源方向からの騒音(dB)	76.1	75.1	72.5	67.9	63.3	55.6	54.1

（2）使用資源項目

使用資源となるものは、電力使用量であり、19 kWh/日（散布ポンプ 1 基、攪拌機 1 基の稼働）であった。

（3）維持管理性能項目

対象水域の水質の状況により、定期的な散布施工が必要となる。

5.3 定性的所見

（1）水質所見

実証項目であるクロロフィル-a の改善率に関しては、3 月、6 月の散布施工において短期間（散布後 2 日から 3 日目）で目標値に達成することが確認された。

参考項目である透視度、SS、COD、濁度、全窒素及び全リンについてもクロロフィル-a と同様に短時間の施工で改善させる効果が確認された。また、実証対象技術による *Microcystis* 属（アオコを形成する藍藻類）に対する吸着・沈降の効果が短時間で発揮されること、さらに水域の pH への影響が少ないことが室内実験で確認された（資料編 31 頁 実証試験データの補足(4) 参照）。

このことから、本技術は春季から秋季にかけての季節変動に伴う藻類（藍藻類、緑藻類、珪藻類）の増減に影響した濠水質に対して、短時間で水質改善のできる処理性能を有していることが確認された。

（2）立ち上げに要する期間

作業船、攪拌装置、散布用ホース及び散布ポンプ等の現場配置・接続と、ルミライトパウダーの散布に 1 日程度の作業が必要である。攪拌装置及び散布ポンプは電源を入れればすぐに稼働する。

（3）運転停止に要する期間

攪拌装置、散布ポンプは電源を止めればすぐに停止する。

（4）維持管理に必要な技能・人員数

ルミライトパウダーの散布に関しては一定の技能を要するため実証申請者が 2 名出向いて 1 日程度の作業が必要である。

（5）維持管理マニュアルの評価

マニュアル等はユーザーが理解しやすい内容である。

5.4 異常値についての報告

特に異常値の発生はなかった。

5.5 他の実水域への適用可能性を検討する際の留意点

実証対象技術であるルミライトパウダーの散布量、散布方法を検討するために事前に対象水系の基本調査（水量、規模、形状、水源、水質等）による現状把握が必要である。

■ 付 録

6.1 データの品質管理

本実証を実施するに当たりデータの品質管理は、環境技術実証事業・実証機関の品質マニュアルに従って実施した。本実証項目の分析においては、JIS 等公定法に基づいて作成した標準作業手順書の遵守の他、試料に対し二重測定を実施する等の精度管理を実施した。本実証から得られるデータは、実証機関が定める品質マネジメントシステムに適用したマニュアルに従い、統括的な立場の事務局が管理した。

6.2 品質管理システムの監査

本実証で得られたデータの品質の監査は、実証機関が定める品質マネジメントシステムに従い、1 回の内部品質監査を行った。監査の結果、特別な指摘事項はなく、その結果については品質管理責任者に報告した。

■ 資 料 編

○実証試験の状況

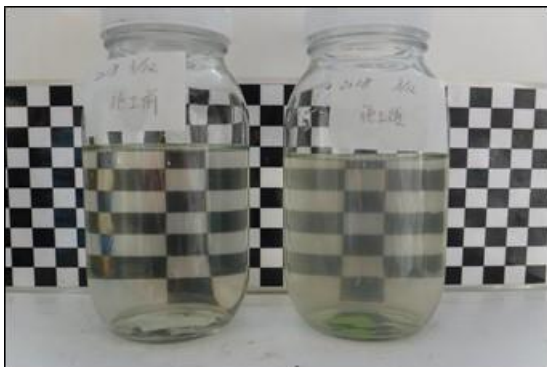
（1） 散布作業の様子（平成 30 年 3 月 12 日）



（2） ルミライトパウダーの攪拌の様子（平成 30 年 3 月 12 日）



（３） 散布施工前後の採取試料の様子



平成 30 年 3 月 12 日
散布施工前（左） 散布施工後（右）



平成 30 年 3 月 15 日
散布施工 3 日後

（４） 散布施工後の外堀（西）の様子（平成 30 年 3 月 15 日） 散布施工 3 日後



（５） 騒音測定の様子（平成 30 年 10 月 19 日）



発生源方向からの騒音測定

○実証試験データの補足

（１）試験結果詳細１（本編 5.1 関連）

表 試験結果一覧表（2018 年 3 月 12 日～2018 年 10 月 19 日）

項 目		地点名	兵庫県立明石公園														
			外堀（西）														
		水質改善	散布施工前	散布施工後					散布施工前	散布施工後			散布施工前	散布施工後			
現地測定項目	採水日	年月日	2018年 3月12日	3月12日	3月15日	4月3日	4月22日	5月27日	6月26日	6月28日	7月26日	8月29日	9月18日	9月20日	9月21日	9月24日	10月19日
	採水時刻	時分	10:10	16:15	14:35	14:00	13:30	14:20	8:30	8:20	12:15	11:45	10:20	13:30	17:30	10:40	15:10
	天候	—	晴	晴	晴	晴	晴	曇	曇	曇	晴	晴	晴	雨	曇	曇	晴
	気温	℃	11.5	13.5	21.5	28.0	26.5	29.0	26.5	25.5	34.0	35.0	35.5	21.0	27.0	25.8	21.9
	水温	℃	12.1	12.8	18.0	21.5	23.0	24.0	26.0	26.0	34.5	33.0	29.0	25.3	25.0	25.3	21.3
	外観	—	淡緑黄色濁	淡白黄色濁	無色透明	淡黄白色濁	淡黄白色濁	淡緑褐色濁	淡黄緑色濁	淡緑白色濁	淡黄緑色濁	淡緑白色濁	淡緑黄色濁	淡緑黄色濁	淡黄白色濁	淡緑黄色濁	淡白緑色濁
	臭い	—	弱藻臭	弱薬品臭	弱藻臭	弱藻臭	弱藻臭	弱藻臭	弱藻臭	弱藻臭	弱カビ臭	弱藻臭	弱藻臭	弱藻臭	弱藻臭	弱藻臭	弱藻臭
分析項目	pH	—	7.4	7.4	7.1	7.6	7.8	8.2	7.7	7.7	9.3	10.2	8.4	7.4	8.1	8.2	8.2
	COD(Mn)	mg/L	12.6	13.1	4.8	5.7	6.7	12.2	13	6.5	14.7	27.1	18.5	14.6	10.6	17.0	21.7
	SS	mg/L	8	47	2	5	7	18	18	5	17	36	28	38	18	29	38
	DO	mg/L	10.7	10.9	10.0	9.5	10.6	9.8	11.9	11.6	11.6	14.4	9.0	8.4	8.6	10.9	12.2
	全窒素	mg/L	2.70	2.76	1.64	0.58	0.33	0.51	0.64	0.42	1.07	1.62	0.95	0.87	1.08	0.93	—
	全リン	mg/L	0.402	0.397	0.025	0.029	0.039	0.081	0.085	0.042	0.099	0.204	0.138	0.080	0.063	0.086	—
	クロロフィル a	μg/L	24	27	3.5	9.6	13	27	28	6.1	130	160	91	66	58	93	110
	改善率	%	—	85	60	46	0	0	—	78	0	0	—	27	36	0	0
	VSS	mg/L	4	8	1 未満	2	5	9	9	3	14	31	4	23	13	22	24
	透視度	度	43.0	24.0	100 以上	87.0	65.5	28.0	21.0	80.0	28.0	19.8	17.5	18.0	27.5	20.0	15.5
	濁度	度	7	22	1	4	5	14	15	4	14	18	18	23	13	20	21
備考	散布量 (散布日)	kg		1,400 (3/12)	7,950 (3/13～14)	255 (3/18～19)				2,080 (6/26～27)				2,630 (9/20)			

（２）試験結果詳細 2（本編 5.1 関連）

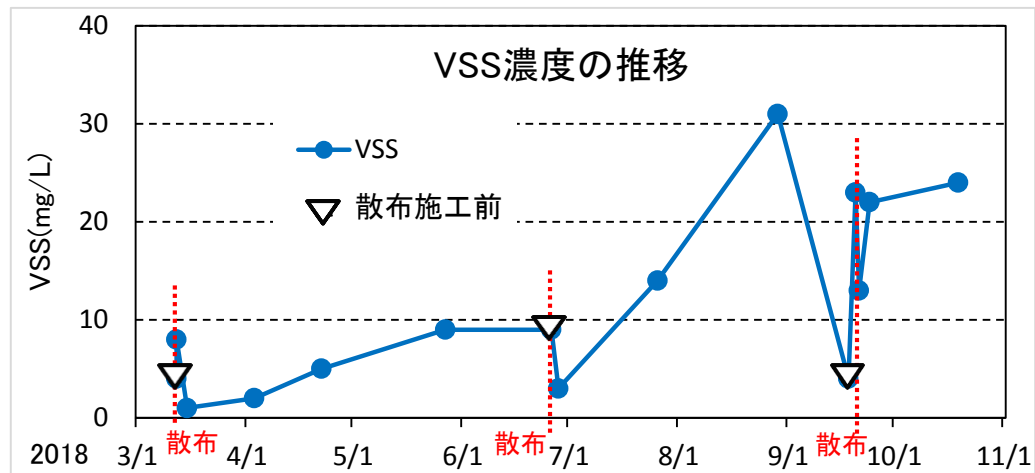


図 VSS濃度の推移

（3）植物プランクトンの光学顕微鏡写真（×400）

採取年月日：2018 年 3 月 12 日（散布前）



Scenedesmus sp.（緑藻類）
【優占種】



Microcystis sp.（藍藻類）
【アオコ原因種】

採取年月日：2018 年 6 月 26 日（散布前）



Scenedesmus sp.（緑藻類）
【優占種】



Microcystis sp.（藍藻類）
【アオコ原因種】

採取年月日：2018 年 9 月 18 日（散布前）



Microcystis sp.（藍藻類）
【優占種】【アオコ原因種】



Aulacoseira sp.（珪藻類）
【優占種】

（４）実証対象技術（ルミライトパウダー）による吸着・沈降試験

Microcystis 属によるアオコが発生していた公園池の試料水※を用いて、実証対象技術による吸着・沈降試験を実施した（平成 30 年 12 月 3 日）。試験手順は、①4 本の比色管に試料水 100mL を分取、②黄緑色のテープを貼った比色管 2 本にルミライトパウダーを 0.10 g（1000 mg/L）添加、③4 本の比色管を上下に 10 回反転させ混合、⑤静置し、静置後の懸濁物質の吸着・沈降の様子を観察した。※クロロフィル-a：450 μ g/L、SS：67mg/L、VSS：53mg/L



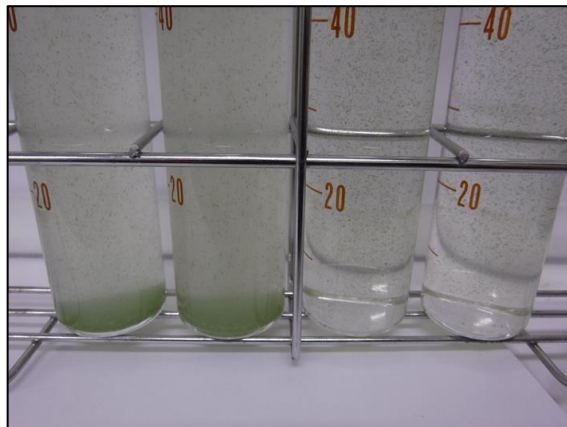
【ルミライトパウダー添加前】



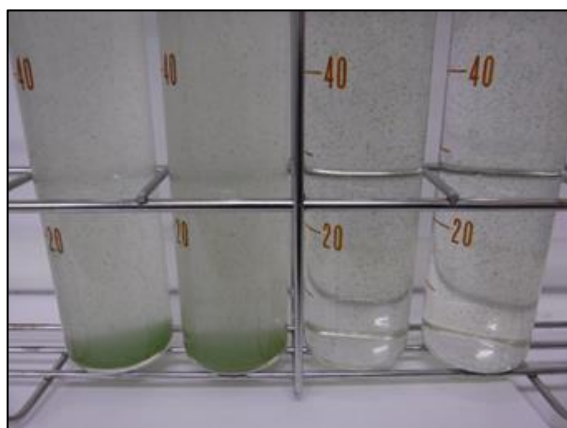
【ルミライトパウダー添加・混合直後】

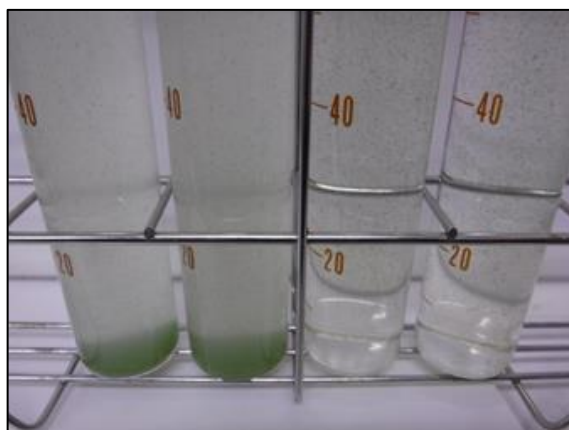


【静置後 1 分経過】

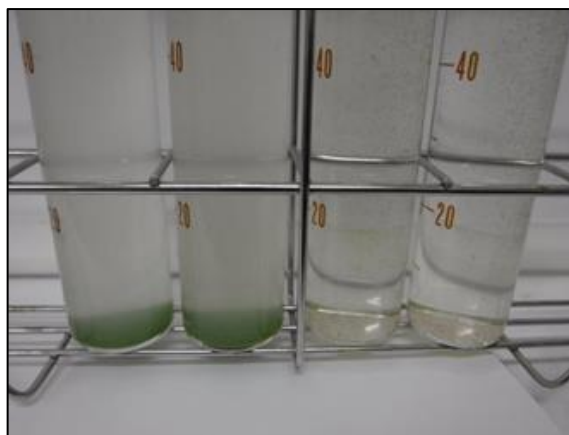


【静置後 3 分経過】





【静置後 5 分経過】



【静置後 20 分経過】



【静置後 1 時間経過】

ルミライトパウダーを添加・混合した後、静置 1 分後には *Microcystis* 属の吸着・沈降が確認され、1 時間経過後には、*Microcystis* 属の浮上は確認されなかった。また、ルミライトパウダーを添加した試料水の pH は 7.2（未添加試料水 pH 7.0）であった。実証対象技術による *Microcystis* 属に対する吸着・沈降の効果が短時間で発揮されること、さらに水域の pH への影響が少ないことが確認された。

（５）現地散布前の予備実験結果

明石公園 外堀（西） 2017 年 11 月 27 日採水

項目	単位	採水試料	処理後※
p H	—	7.4	7.1
濁度	度	19	1.9
S S	mg/L	9.5	1.0
D O	mg/L	3.2	5.2
全リン	mg/L	0.35	0.04
全窒素	mg/L	4.3	1.1
クロロフィル-a	μ g/L	18	2.1

※ルミライトパウダー添加（100 mg/L）後 72 時間経過



【ビーカー左：ルミライトパウダー添加前、ビーカー右：添加後 72 時間経過】

（6）試験実施場所（兵庫県明石公園：外堀（西））の状況 1

▲：噴水、◎：定期採水位置

水深（m）

平成 30 年 10 月 19 日 14 時 30 分～15 時 30 分 外堀（西）：水深（m）					
No. 1 (1.45)	▲ No. 2 (1.42)	No. 3 (1.32)			
No. 4 (1.42)	▲ No. 5 (1.40)	No. 6 (1.23)			
No. 7 (1.45)	◎ No. 8 (1.40)	No. 9 (1.26)			
No. 10 (1.40)	▲ No. 11 (1.40)	No. 12 (1.50)			
No. 13 (1.43)	▲ No. 14 (1.43)	No. 15 (1.45)			

水温（℃）

平成 30 年 10 月 19 日 14 時 30 分～15 時 30 分 外堀（西）：水温（℃）					
No. 1	▲ No. 2 (20.9)	No. 3			
No. 4	▲ No. 5 (20.9)	No. 6			
No. 7	◎ No. 8 (21.3)	No. 9			
No. 10	▲ No. 11 (21.3)	No. 12			
No. 13	▲ No. 14 (21.4)	No. 15			

（7）試験実施場所（兵庫県明石公園：外堀（西））の状況 2

▲：噴水、◎：定期採水位置

透視度（cm）

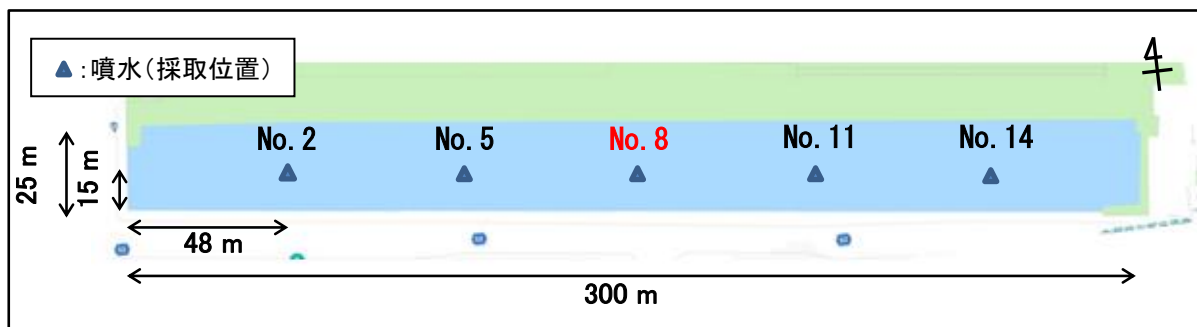
平成 30 年 10 月 19 日 14 時 30 分～15 時 30 分 外堀（西）：透視度（cm）					
No. 1 (15.0)	▲ No. 2 (15.5)	No. 3 (15.5)			
No. 4 (15.5)	▲ No. 5 (15.5)	No. 6 (15.5)			
No. 7 (15.5)	◎ ▲ No. 8 (15.5)	No. 9 (15.5)			
No. 10 (15.5)	▲ No. 11 (15.5)	No. 12 (15.5)			
No. 13 (15.5)	▲ No. 14 (15.5)	No. 15 (15.5)			

表層（10cm）のDO（mg/L）

平成 30 年 10 月 19 日 14 時 30 分～15 時 30 分 外堀（西）：DO（mg/L）					
No. 1	▲ No. 2 (11.3)	No. 3			
No. 4	▲ No. 5 (11.7)	No. 6			
No. 7	◎ ▲ No. 8 (12.3)	No. 9			
No. 10	▲ No. 11 (12.6)	No. 12			
No. 13	▲ No. 14 (13.1)	No. 15			

（８）採取位置の妥当性確認試験（2018 年 10 月 19 日）

・採取位置



・試験結果

試験場所 （兵庫県明石公園：外堀（西））

項 目		地点名	兵庫県立明石公園		
			外堀（西）		
		採取位置	No. 8	No. 2, 5, 8, 11, 14	
現地測定項目	採水日	年月日	2018年10月19日		2018年10月19日
	採水時刻	時分	15:10		14:30～15:30
	天候	—	晴		晴
	気温	℃	21.9		21.9
	水温	℃	21.3		20.9～21.4
	外観	—	淡白緑色濁		淡白緑色濁
	臭い	—	弱藻臭		弱藻臭
分析項目		単位	本測定	二重測定	5箇所混合試料
	pH	—	7.8	8.2	8.1
	COD (Mn)	mg/L	21	21.7	18.5
	SS	mg/L	35	38	36
	クロロフィル a	μg/L	120	110	120
	VSS	mg/L	24	24	25
	透視度	度	15.5		15.5
	濁度	度	22	21	22

・ 妥当性確認結果

No. 8の本測定と二重測定の平均値に対する差の割合

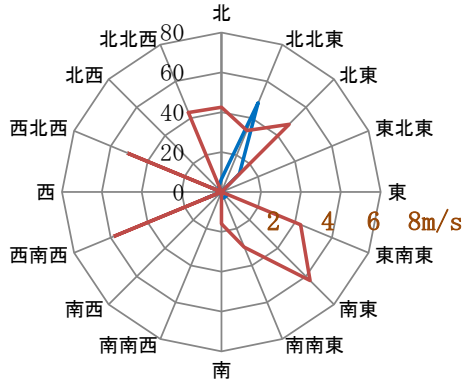
項目		平均値	差	差/平均値*100 (%)
p H	—	8.0	0.4	5.0
C O D (Mn)	mg/L	21.4	0.7	3.3
S S	mg/L	37	3	8.2
クロロフィル a	μ g/L	115	-10	-8.7
V S S	mg/L	24	0	0.0
濁度	度	22	-1	-4.7

No. 8と5箇所混合試料（No. 2～No. 14）の平均値に対する差の割合

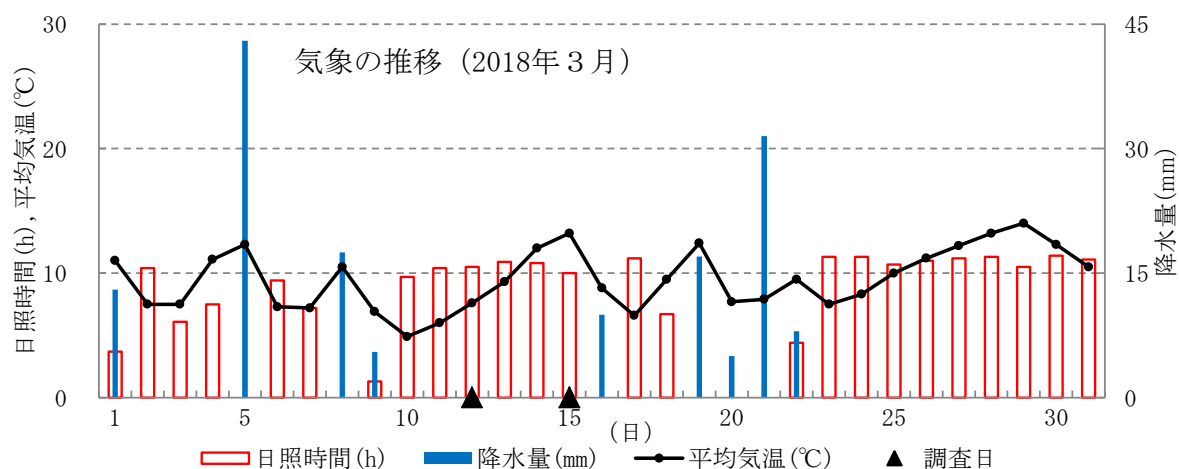
項目		平均値	差	差/平均値*100 (%)
p H	—	8.0	-0.3	-3.8
C O D (Mn)	mg/L	19.8	2.5	13
S S	mg/L	36	-1	-2.8
クロロフィル a	μ g/L	120	0	0.0
V S S	mg/L	25	-1	-4.1
濁度	度	22	0	0.0

（９）気象データ

試験場所近傍の気象データ及び風配図（■：調査日）アメダス明石（兵庫県）

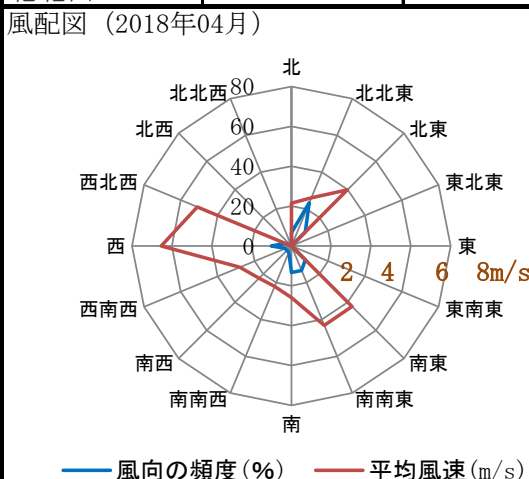
日	2018年 3 月							
	降水量 (mm)	平均気 温(℃)	日照時 間(h)	平均風 速(m/s)	最多 風向	風向	風向の頻度(%)	平均風速(m/s)
1	13.0	11.0	3.7	11.9	西南西	北	6.5	4.3
2	0.0	7.5	10.4	4.6	西北西	北北東	48.4	3.3
3	0.0	7.5	6.1	2.5	北北東	北東	12.9	4.8
4	0.0	11.1	7.5	2.3	西南西	東北東	0.0	0.0
5	43.0	12.3	0.0	6.3	南東	東	0.0	0.0
6	0.0	7.3	9.4	6.7	北北東	東南東	3.2	4.3
7	0.0	7.2	7.2	3.5	北東	南東	3.2	6.3
8	17.5	10.5	0.0	3.5	北東	南南東	3.2	3.0
9	5.5	6.9	1.3	6.3	北	南	3.2	1.6
10	0.0	4.9	9.7	4.3	北北西	南南西	0.0	0.0
11	0.0	6.0	10.4	2.8	北北東	南西	0.0	0.0
12	0.0	7.6	10.5	2.2	北北東	西南西	9.7	5.9
13	0.0	9.3	10.9	2.2	北北東	西	0.0	0.0
14	0.0	12.0	10.8	1.6	南	西北西	6.5	5.2
15	0.0	13.2	10.0	3.0	南南東	北西	0.0	0.0
16	10.0	8.8	0.0	6.5	北北東	北北西	3.2	4.3
17	0.0	6.6	11.2	3.5	北北東	風配図（2018年03月） 		
18	0.0	9.5	6.7	2.1	北北東			
19	17.0	12.4	0.0	4.3	東南東			
20	5.0	7.7	0.0	7.6	北北東			
21	31.5	7.9	0.0	6.7	北東			
22	8.0	9.5	4.4	5.7	西北西			
23	0.0	7.5	11.3	3.5	西南西			
24	0.0	8.3	11.3	2.3	北北東			
25	0.0	10.0	10.7	1.7	北北東			
26	0.0	11.2	11.0	2.1	北北東			
27	0.0	12.2	11.2	2.1	北北東			
28	0.0	13.2	11.3	2.2	北			
29	0.0	14.0	10.5	2.8	北北東			
30	0.0	12.3	11.4	5.5	北東			
31	0.0	10.5	11.1	2.9	北北東			

日照時間：直達日射量が $120\text{W}/\text{m}^2$ 以上である時間（直射光によって物体の影が認められる程度）

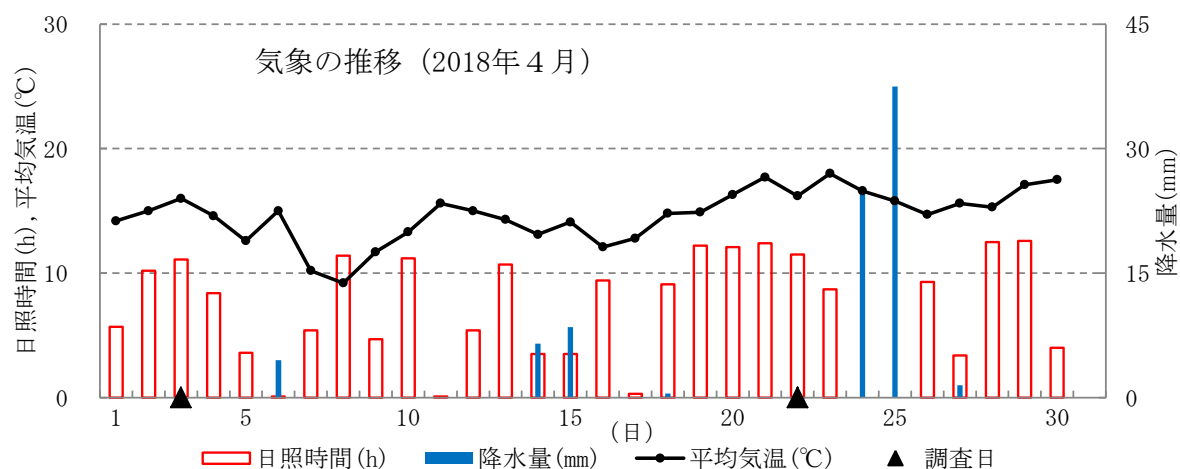


試験場所近傍の気象データ及び風配図（■：調査日）アメダス明石（兵庫県）

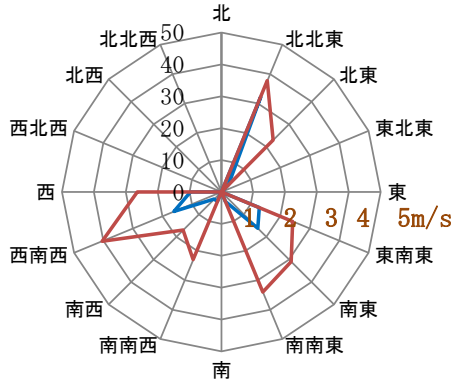
日	2018年 4月							
	降水量 (mm)	平均気 温(℃)	日照時 間(h)	平均風 速(m/s)	最多 風向	風向	風向の頻度(%)	平均風速(m/s)
1	0.0	14.2	5.7	2.2	北	北	6.7	2.2
2	0.0	15.0	10.2	1.4	南	北北東	23.3	2.6
3	0.0	16.0	11.1	2.2	南南西	北東	10.0	4.0
4	0.0	14.6	8.4	3.3	北北東	東北東	0.0	0.0
5	0.0	12.6	3.6	4.2	北東	東	0.0	0.0
6	4.5	15.0	0.1	6.5	南南東	東南東	0.0	0.0
7	0.0	10.2	5.4	9.7	西	南東	10.0	4.3
8	0.0	9.2	11.4	5.3	西	南南東	13.3	4.3
9	0.0	11.7	4.7	2.4	南	南	13.3	2.6
10	0.0	13.3	11.2	3.0	南南東	南南西	3.3	2.2
11	0.0	15.6	0.1	4.4	南	南西	3.3	2.3
12	0.0	15.0	5.4	2.8	西南西	西南西	3.3	2.8
13	0.0	14.3	10.7	4.9	北東	西	10.0	6.5
14	6.5	13.1	3.5	6.2	南南東	西北西	3.3	5.1
15	8.5	14.1	3.5	5.1	西北西	北西	0.0	0.0
16	0.0	12.1	9.4	3.2	北北東	北北西	0.0	0.0
17	0.0	12.8	0.3	2.6	北北東	風配図（2018年04月）		
18	0.5	14.8	9.1	2.3	南西			
19	0.0	14.9	12.2	2.4	北北東			
20	0.0	16.3	12.1	2.2	北北東			
21	0.0	17.7	12.4	2.1	北北東			
22	0.0	16.2	11.5	1.6	南南東			
23	0.0	18.0	8.7	2.6	南東			
24	24.5	16.6	0.0	7.9	南東			
25	37.5	15.8	0.0	4.6	西			
26	0.0	14.7	9.3	2.8	北東			
27	1.5	15.6	3.4	2.1	北			
28	0.0	15.3	12.5	2.5	北北東			
29	0.0	17.1	12.6	2.2	南			
30	0.0	17.5	4.0	2.4	南東			



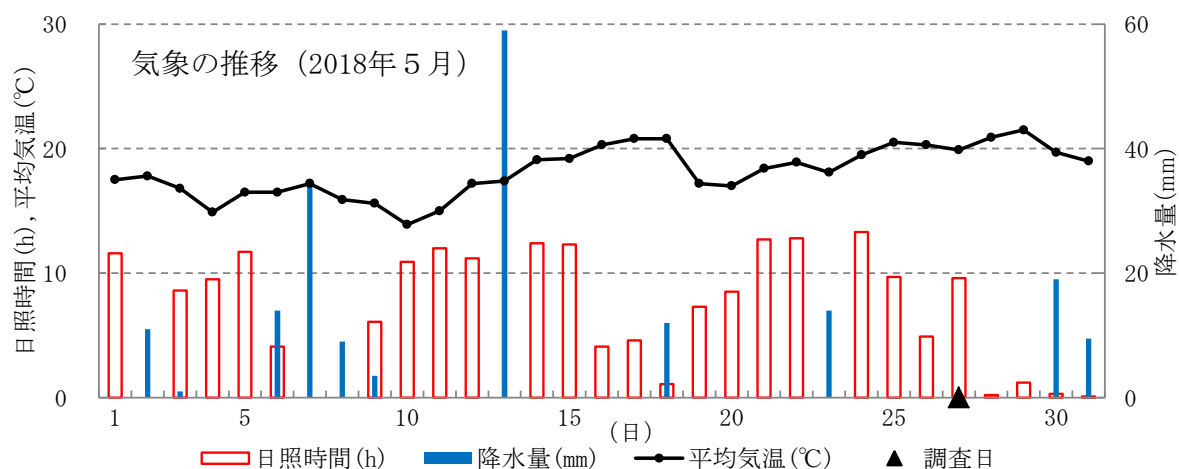
日照時間：直達日射量が $120\text{W}/\text{m}^2$ 以上である時間（直射光によって物体の影が認められる程度）



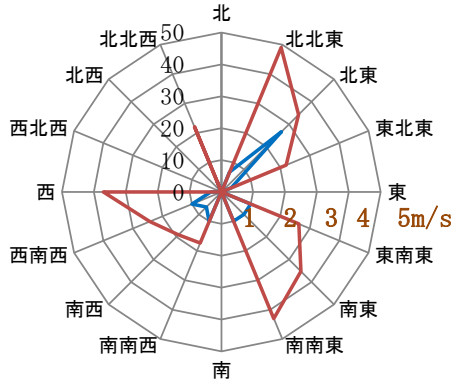
試験場所近傍の気象データ及び風配図（■：調査日）アメダス明石（兵庫県）

日	2018年 5 月							
	降水量 (mm)	平均気 温(℃)	日照時 間(h)	平均風 速(m/s)	最多 風向	風向	風向の頻度(%)	平均風速(m/s)
1	0.0	17.5	11.6	2.8	東南東	北	0.0	0.0
2	11.0	17.8	0.0	6.3	南東	北北東	32.3	3.8
3	1.0	16.8	8.6	8.1	西南西	北東	3.2	2.3
4	0.0	14.9	9.5	5.8	西南西	東北東	0.0	0.0
5	0.0	16.5	11.7	2.4	西	東	0.0	0.0
6	14.0	16.5	4.1	3.4	南南東	東南東	12.9	2.4
7	35.0	17.2	0.0	3.1	東南東	南東	16.1	3.1
8	9.0	15.9	0.0	5.7	北北東	南南東	3.2	3.4
9	3.5	15.6	6.1	4.8	北北東	南	0.0	0.0
10	0.0	13.9	10.9	2.9	北北東	南南西	3.2	2.3
11	0.0	15.0	12.0	2.3	南南西	南西	3.2	1.7
12	0.0	17.2	11.2	2.5	北北東	西南西	16.1	4.0
13	59.0	17.4	0.0	2.9	南東	西	9.7	2.6
14	0.0	19.1	12.4	2.9	西	西北西	0.0	0.0
15	0.0	19.2	12.3	2.3	北東	北西	0.0	0.0
16	0.0	20.3	4.1	2.1	南東	北北西	0.0	0.0
17	0.0	20.8	4.6	1.6	西南西	風配図（2018年05月） 		
18	12.0	20.8	1.1	2.3	東南東			
19	0.0	17.2	7.3	6.4	北北東			
20	0.0	17.0	8.5	4.5	北北東			
21	0.0	18.4	12.7	4.0	北北東			
22	0.0	18.9	12.8	3.3	北北東			
23	14.0	18.1	0.0	1.9	北北東			
24	0.0	19.5	13.3	3.1	西南西			
25	0.0	20.5	9.7	1.7	北北東			
26	0.0	20.3	4.9	1.6	西南西			
27	0.0	19.9	9.6	1.7	南西			
28	0.0	20.9	0.2	2.0	南東			
29	0.0	21.5	1.2	2.6	西			
30	19.0	19.7	0.3	2.2	南東			
31	9.5	19.0	0.1	1.5	東南東			

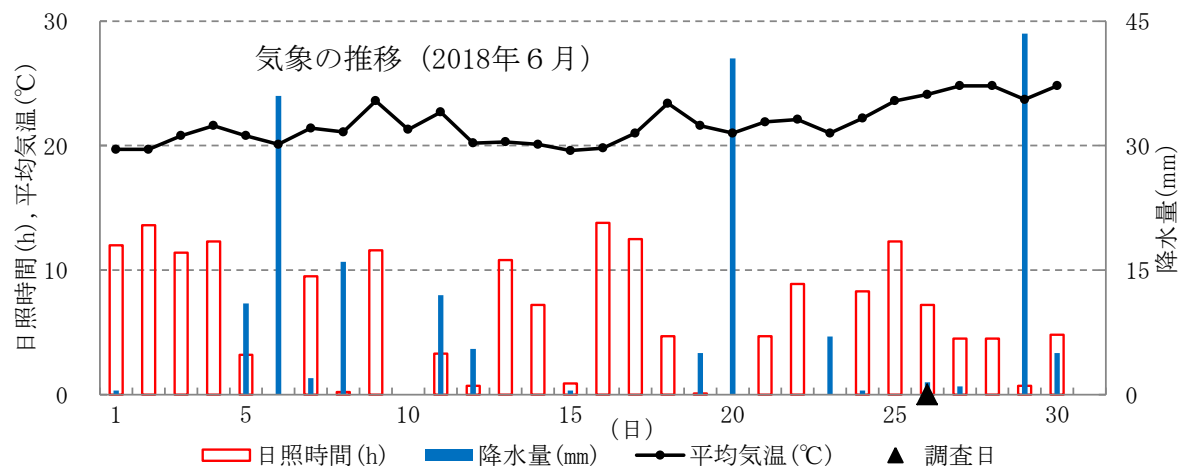
日照時間：直達日射量が $120\text{W}/\text{m}^2$ 以上である時間（直射光によって物体の影が認められる程度）



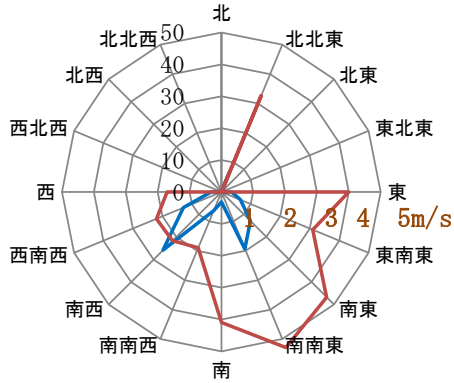
試験場所近傍の気象データ及び風配図（■：調査日）アメダス明石（兵庫県）

日	2018年 6 月							
	降水量 (mm)	平均気 温(℃)	日照時 間(h)	平均風 速(m/s)	最多 風向	風向	風向の頻度(%)	平均風速(m/s)
1	0.5	19.7	12.0	3.0	西南西	北	0.0	0.0
2	0.0	19.7	13.6	2.3	北東	北北東	6.7	4.9
3	0.0	20.8	11.4	2.0	西南西	北東	26.7	3.4
4	0.0	21.6	12.3	2.3	西南西	東北東	3.3	2.2
5	11.0	20.8	3.2	2.1	東南東	東	0.0	0.0
6	36.0	20.1	0.0	2.9	北東	東南東	10.0	2.6
7	2.0	21.4	9.5	2.2	南西	南東	10.0	3.5
8	16.0	21.1	0.2	3.0	東南東	南南東	10.0	4.3
9	0.0	23.6	11.6	4.4	北東	南	0.0	0.0
10	0.0	21.3	0.0	3.8	北東	南南西	10.0	1.7
11	12.0	22.7	3.3	3.7	西	南西	6.7	1.9
12	5.5	20.2	0.7	2.2	北北西	西南西	10.0	2.4
13	0.0	20.3	10.8	4.4	北東	西	3.3	3.7
14	0.0	20.1	7.2	3.8	北北東	西北西	0.0	0.0
15	0.5	19.6	0.9	6.0	北北東	北西	0.0	0.0
16	0.0	19.8	13.8	4.6	北東	北北西	3.3	2.2
17	0.0	21.0	12.5	2.6	北東	風配図（2018年06月） 		
18	0.0	23.4	4.7	2.4	北東			
19	5.0	21.6	0.1	1.9	南東			
20	40.5	21.0	0.0	2.8	東南東			
21	0.0	21.9	4.7	1.5	南南西			
22	0.0	22.1	8.9	1.6	南西			
23	7.0	21.0	0.0	2.2	東北東			
24	0.5	22.2	8.3	2.2	南南西			
25	0.0	23.6	12.3	1.5	南南西			
26	1.5	24.1	7.2	1.9	南南東			
27	1.0	24.8	4.5	2.8	南東			
28	0.0	24.8	4.5	3.8	南南東			
29	43.5	23.7	0.7	7.2	南南東			
30	5.0	24.8	4.8	5.9	南東			

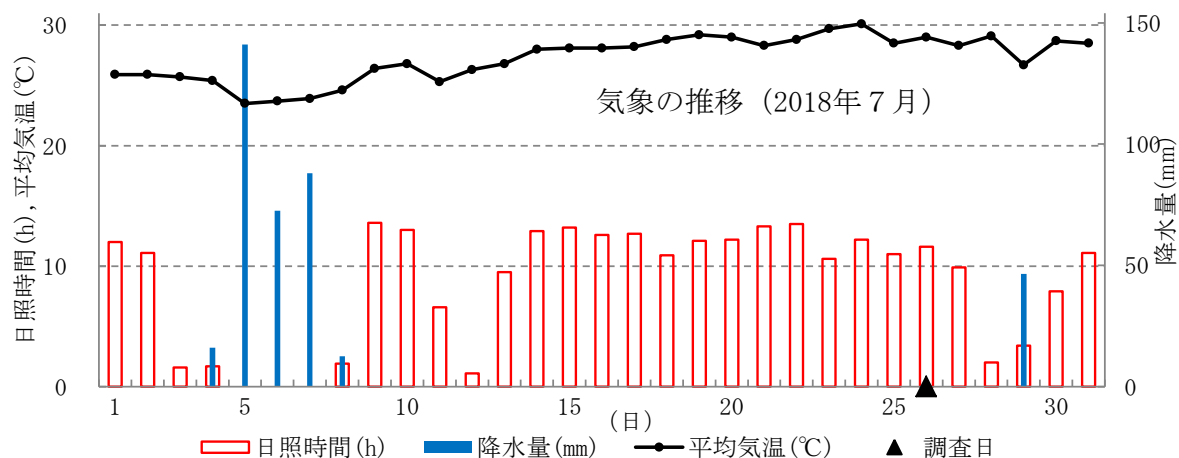
日照時間：直達日射量が $120\text{W}/\text{m}^2$ 以上である時間（直射光によって物体の影が認められる程度）



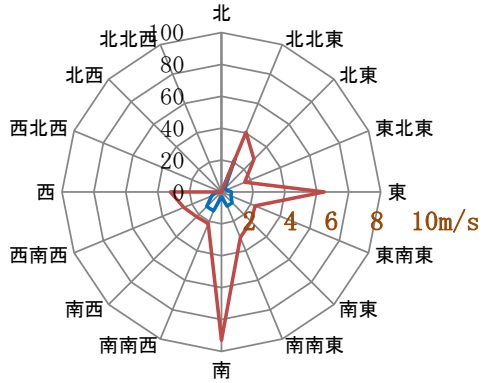
試験場所近傍の気象データ及び風配図（■：調査日）アメダス明石（兵庫県）

日	2018年 7 月							
	降水量 (mm)	平均気 温(℃)	日照時 間(h)	平均風 速(m/s)	最多 風向	風向	風向の頻度(%)	平均風速(m/s)
1	0.0	25.9	12.0	5.1	南東	北	0.0	0.0
2	0.0	25.9	11.1	4.5	南南東	北北東	6.5	3.3
3	0.0	25.7	1.6	5.8	南南東	北東	0.0	0.0
4	16.0	25.4	1.7	8.6	南南東	東北東	0.0	0.0
5	141.0	23.5	0.0	4.1	南	東	3.2	4.0
6	72.5	23.7	0.0	4.5	南南東	東南東	6.5	3.1
7	88.0	23.9	0.0	6.1	南南東	南東	12.9	4.7
8	12.5	24.6	1.9	4.9	南東	南南東	19.4	5.3
9	0.0	26.4	13.6	2.7	南東	南	3.2	4.1
10	0.0	26.8	13.0	3.2	東南東	南南西	6.5	1.9
11	0.0	25.3	6.6	1.5	南南西	南西	25.8	2.2
12	0.0	26.3	1.1	2.1	西南西	西南西	12.9	2.2
13	0.0	26.8	9.5	1.6	南西	西	3.2	1.7
14	0.0	28.0	12.9	2.4	南西	西北西	0.0	0.0
15	0.0	28.1	13.2	1.7	西	北西	0.0	0.0
16	0.0	28.1	12.6	1.4	南西	北北西	0.0	0.0
17	0.0	28.2	12.7	1.7	西南西	風配図（2018年07月） 		
18	0.0	28.8	10.9	2.0	南西			
19	0.0	29.2	12.1	2.4	北北東			
20	0.0	29.0	12.2	2.2	南南東			
21	0.0	28.3	13.3	3.0	東南東			
22	0.0	28.8	13.5	1.9	南西			
23	0.0	29.7	10.6	2.7	南西			
24	0.0	30.1	12.2	2.8	南西			
25	0.0	28.5	11.0	2.5	南西			
26	0.0	29.0	11.6	1.9	西南西			
27	0.0	28.3	9.9	2.3	南南西			
28	0.0	29.1	2.0	4.1	北北東			
29	46.5	26.7	3.4	6.0	南東			
30	0.0	28.7	7.9	4.0	東			
31	0.0	28.5	11.1	3.1	西南西			

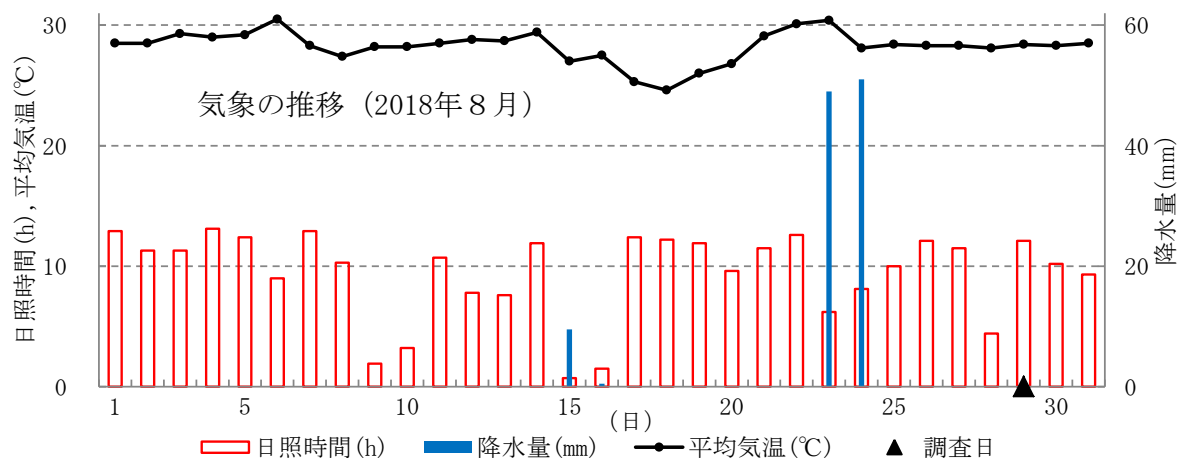
日照時間：直達日射量が $120\text{W}/\text{m}^2$ 以上である時間（直射光によって物体の影が認められる程度）



試験場所近傍の気象データ及び風配図（■：調査日）アメダス明石（兵庫県）

日	2018年 8 月							
	降水量 (mm)	平均気 温(℃)	日照時 間(h)	平均風 速(m/s)	最多 風向	風向	風向の頻度(%)	平均風速(m/s)
1	0.0	28.5	12.9	2.1	南東	北	0.0	0.0
2	0.0	28.5	11.3	1.6	南南西	北北東	22.6	4.0
3	0.0	29.3	11.3	2.4	西南西	北東	3.2	2.9
4	0.0	29.0	13.1	2.5	南西	東北東	3.2	1.6
5	0.0	29.2	12.4	1.5	南南西	東	6.5	6.5
6	0.0	30.5	9.0	3.8	北北東	東南東	6.5	2.3
7	0.0	28.3	12.9	5.0	北北東	南東	9.7	2.6
8	0.0	27.4	10.3	4.7	北北東	南南東	9.7	3.1
9	0.0	28.2	1.9	3.2	西	南	3.2	9.3
10	0.0	28.2	3.2	2.4	北北東	南南西	12.9	2.2
11	0.0	28.5	10.7	2.5	南西	南西	12.9	2.2
12	0.0	28.8	7.8	2.2	南東	西南西	6.5	2.6
13	0.0	28.7	7.6	2.1	東南東	西	3.2	3.2
14	0.0	29.4	11.9	2.5	東南東	西北西	0.0	0.0
15	9.5	27.0	0.7	3.6	南東	北西	0.0	0.0
16	0.5	27.5	1.5	4.3	北北東	北北西	0.0	0.0
17	0.0	25.3	12.4	5.7	北北東	風配図（2018年08月） 		
18	0.0	24.6	12.2	2.9	北東			
19	0.0	26.0	11.9	2.4	北北東			
20	0.0	26.8	9.6	2.7	西南西			
21	0.0	29.1	11.5	2.7	南南東			
22	0.0	30.1	12.6	3.4	東			
23	49.0	30.4	6.2	9.5	東			
24	51.0	28.1	8.1	9.3	南			
25	0.0	28.4	10.0	4.0	南南東			
26	0.0	28.3	12.1	1.6	東北東			
27	0.0	28.3	11.5	2.3	南南西			
28	0.0	28.1	4.4	1.8	南西			
29	0.0	28.4	12.1	2.0	南西			
30	0.0	28.3	10.2	2.6	南南東			
31	0.0	28.5	9.3	3.2	南南西			

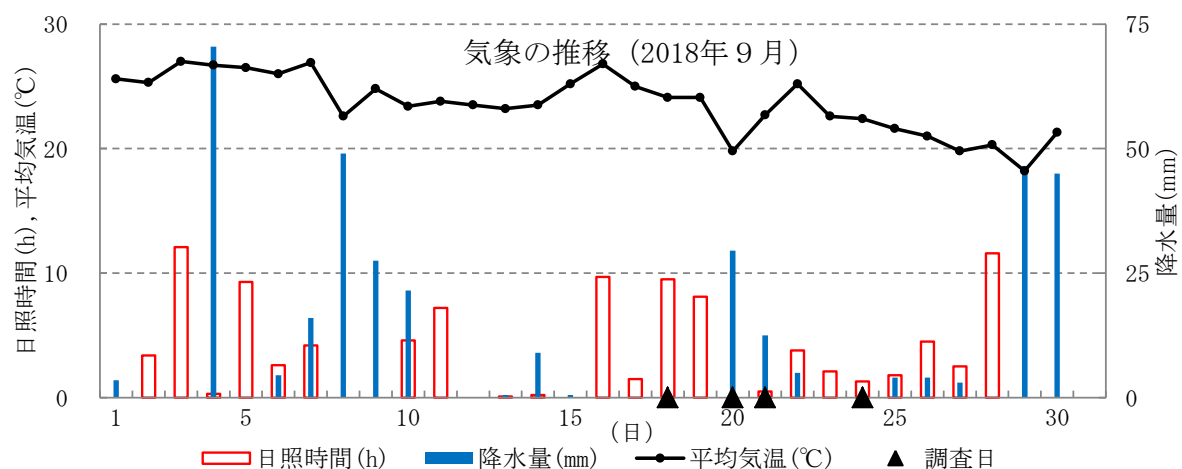
日照時間：直達日射量が $120\text{W}/\text{m}^2$ 以上である時間（直射光によって物体の影が認められる程度）



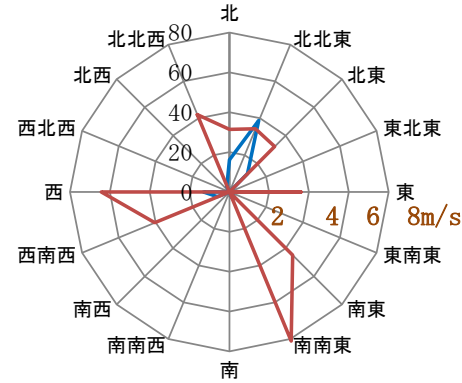
試験場所近傍の気象データ及び風配図（■：調査日）アメダス明石（兵庫県）

日	2018年 9 月							
	降水量 (mm)	平均気 温(℃)	日照時 間(h)	平均風 速(m/s)	最多 風向	風向	風向の頻度(%)	平均風速(m/s)
1	3.5	25.6	0.0	3.2	北北東	北	3.3	2.7
2	0.0	25.3	3.4	2.7	北北東	北北東	46.7	3.8
3	0.0	27.0	12.1	2.1	南東	北東	13.3	3.3
4	70.5	26.7	0.3	7.8	東	東北東	3.3	2.9
5	0.0	26.5	9.3	3.3	西南西	東	3.3	7.8
6	4.5	26.0	2.6	2.9	南東	東南東	0.0	0.0
7	16.0	26.9	4.2	5.7	南	南東	13.3	3.9
8	49.0	22.6	0.0	3.6	西	南南東	0.0	0.0
9	27.5	24.8	0.0	6.0	南東	南	3.3	5.7
10	21.5	23.4	4.6	4.9	北北東	南南西	0.0	0.0
11	0.0	23.8	7.2	4.3	北北東	南西	3.3	3.1
12	0.0	23.5	0.0	2.9	東北東	西南西	3.3	3.3
13	0.5	23.2	0.1	2.4	北北東	西	6.7	3.4
14	9.0	23.5	0.2	2.4	北東	西北西	0.0	0.0
15	0.5	25.2	0.0	3.1	南西	北西	0.0	0.0
16	0.0	26.8	9.7	3.1	西	北北西	0.0	0.0
17	0.0	25.0	1.5	3.1	北東	風配図（2018年09月）		
18	0.0	24.1	9.5	3.2	北北東			
19	0.0	24.1	8.1	3.7	北北東			
20	29.5	19.8	0.0	3.6	北北東			
21	12.5	22.7	0.5	4.4	南東			
22	5.0	25.2	3.8	4.0	北東			
23	0.0	22.6	2.1	2.0	北北東			
24	0.0	22.4	1.3	2.7	北			
25	4.0	21.6	1.8	3.4	北北東			
26	4.0	21.0	4.5	3.8	北東			
27	3.0	19.8	2.5	3.0	北北東			
28	0.0	20.3	11.6	3.2	北北東			
29	46.5	18.2	0.0	4.5	北北東			
30	45.0	21.3	0.0	8.8	北北東			

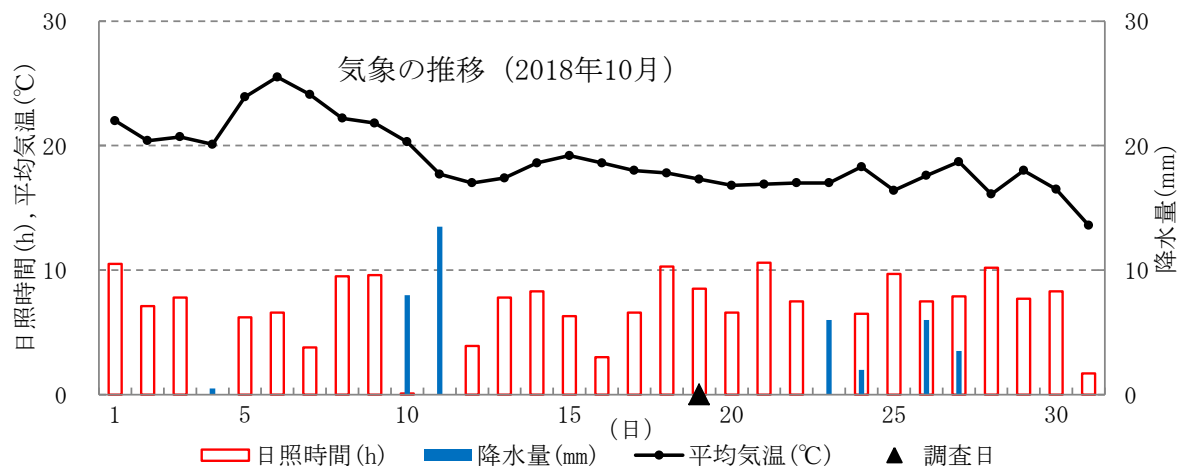
日照時間：直達日射量が120W/m²以上である時間（直射光によって物体の影が認められる程度）



試験場所近傍の気象データ及び風配図（■：調査日）アメダス明石（兵庫県）

日	2018年10月							
	降水量 (mm)	平均気 温(℃)	日照時 間(h)	平均風 速(m/s)	最多 風向	風向	風向の頻度(%)	平均風速(m/s)
1	0.0	22.0	10.5	9.4	西	北	16.1	3.1
2	0.0	20.4	7.1	2.8	西南西	北北東	38.7	3.4
3	0.0	20.7	7.8	3.5	北北東	北東	12.9	3.2
4	0.5	20.1	0.0	3.8	北東	東北東	0.0	0.0
5	0.0	23.9	6.2	3.6	東	東	3.2	3.6
6	0.0	25.5	6.6	8.1	南南東	東南東	0.0	0.0
7	0.0	24.1	3.8	4.1	北北東	南東	3.2	4.5
8	0.0	22.2	9.5	3.3	北東	南南東	3.2	8.1
9	0.0	21.8	9.6	2.7	北北東	南	0.0	0.0
10	8.0	20.3	0.1	2.9	北東	南南西	0.0	0.0
11	13.5	17.7	0.0	2.6	北	南西	0.0	0.0
12	0.0	17.0	3.9	4.2	北北西	西南西	6.5	4.1
13	0.0	17.4	7.8	2.9	北	西	12.9	6.4
14	0.0	18.6	8.3	3.3	北北東	西北西	0.0	0.0
15	0.0	19.2	6.3	2.9	北東	北西	0.0	0.0
16	0.0	18.6	3.0	2.8	北北東	北北西	3.2	4.2
17	0.0	18.0	6.6	3.8	北北東	風配図（2018年10月） 		
18	0.0	17.8	10.3	2.8	北			
19	0.5	17.3	8.5	3.8	北北東			
20	0.0	16.8	6.6	4.1	北北東			
21	0.0	16.9	10.6	3.6	北			
22	0.0	17.0	7.5	2.6	北北東			
23	6.0	17.0	0.0	3.4	北北東			
24	2.0	18.3	6.5	3.5	北北東			
25	0.0	16.4	9.7	3.6	北北東			
26	6.0	17.6	7.5	4.5	南東			
27	3.5	18.7	7.9	7.0	西			
28	0.0	16.1	10.2	4.7	西			
29	0.0	18.0	7.7	5.3	西南西			
30	0.0	16.5	8.3	4.6	西			
31	0.0	13.6	1.7	3.8	北			

日照時間：直達日射量が $120\text{W}/\text{m}^2$ 以上である時間（直射光によって物体の影が認められる程度）



○用語の解説

用 語	内 容
実証対象技術	実証試験の対象となる技術を指す。本分野では、「湖沼等水質浄化技術」を指す。
実証試験	環境技術の開発者でも利用者でもない第三者機関が、環境技術の環境保全効果等を客観的なデータとして示すための試験。
実証項目	実証対象技術の性能や効果を測るための試験項目を指す。
参考項目	実証対象技術の性能や効果を測る上で参考となる項目を指す。
監視項目	運転状況を監視するため、また周囲への悪影響を未然に防ぐために監視する項目を指す。
環境影響項目	水質浄化により、必要となる資源や発生する物質等。
濁度	水の濁りの程度を表すもので、標準と比較して値を求める。単位は、度である。
COD	化学的酸素要求量（Chemical Oxygen Demand）の略で、水中の有機物等を酸化するときに必要な酸素の量をいい、湖沼や海域の閉鎖性水域における水質汚濁の指標。数値が大きいほど汚濁していることを示す。
SS	浮遊物質量（Suspended Solids）の略で、水中に浮遊・懸濁している不溶性の粒径 2mm 以下の物質、水の濁りの原因となる。
全窒素	溶存窒素ガス（N ₂ ）を除く窒素化合物全体の含有量のこと。無機態窒素と有機態窒素に分けられる。富栄養化によるプランクトンの異常増殖の要因となりアオコや赤潮等の発生原因となる。
全リン	リン化合物は窒素化合物と同様に、動植物の成長に欠かせない元素であるが、水中の濃度が高くなると水域の富栄養化を招く。全リン（総りんともいう）はリン化合物全体のこと、無機態リンと有機態リンに分けられる。全リンは河川には環境基準値がなく、湖沼・海域に定められている。富栄養化の目安としては、0.02mg/L 程度とされている。
クロロフィル-a	植物細胞内にあり光合成を行う化学物質で葉緑素ともいう。植物プランクトンの指標となる。
pH	水素イオン濃度指数（Hydrogen Ion Concentration Index）の略で、水溶液の酸性、アルカリ性の度合いを表す指標。pH が 7 のときに中性、7 を超えるとアルカリ性、7 未満では酸性を示す。河川水は通常 pH6.5～8.5 を示すが、石灰岩地帯や工場排水等の人為汚染、夏期における植物プランクトンの光合成等の要因により酸性にもアルカリ性にも変化する。
DO	溶存酸素量（Dissolved Oxygen）の略で、水中に溶解している酸素の量を指し。一般に清浄な河川ではほぼ飽和値に達しているが、水質汚濁が進んで水中では溶存酸素濃度が低下する。一般に魚介類が生存するためには 3mg/L 以上、好気性微生物が活発に活動するためには 2mg/L 以上が必要で、それ以下では嫌気性分解が起こり、悪臭物質が発生する。
透視度	河川、排水等の透明の程度を示す清濁の指標。白の標識板に太さ 0.5mm、間隔 1mm の二重線で書いた十字（二重十字）が、初めて明らかに識別できるときの水層の高さで示す。単位は、10mm（1cm）を 1cm または 1 度で示し、最大測定値は一般的に 100cm（度）である。
改善率	技術による湖水の水質浄化において、浄化前と浄化後の湖水水質濃度の比率（％）

環境技術
実証事業



<http://www.env.go.jp/policy/etv/>

日本の水をきれいに
湖沼等水質浄化分野